PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2003-005102

(43) Date of publication of application: 08.01.2003

(51)Int.Cl.

G02B 26/08

B81B 3/00

B81C 1/00

(21)Application number: 2002-031615

08.02.2002

(71)Applicant: NIKON CORP

(22)Date of filing:

(70)

(72)Inventor: ISHIZUYA TORU

AKAGAWA KEIICHI

(30)Priority

Priority number : 2001120440

Priority date: 19.04.2001

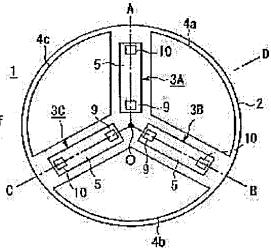
Priority country: JP

(54) THIN FILM ELASTIC STRUCTURE, METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME AND MIRROR DEVICE AND OPTICAL SWITCH USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve size reduction and mass-productivity while retaining an excellent optical characteristic.

SOLUTION: A mirror device is provided with a mirror 2 and a support mechanism which elastically supports the mirror 2 with respect to a base board 1 in a floating state and tiltably in an arbitrary direction. The support mechanism has three support parts 3A, 3B and 3C which mechanically connect the base board 1 and the mirror 2. Each of the support parts 3A, 3B and 3C has one or more leaf spring parts 5 which are composed of one or more layers of thin film. One end part of the leaf spring 5 is connected to the base board 1 via a leg part 9 having a rising part which rises from the base board 1. The other end part of the leaf spring 5 is mechanically connected to the mirror 2 via a connecting part having a rising part which rises from the other end part. The mirror 2 is supported with respect to the base board 1 only via the leaf spring part 5 of each of the support members 3A, 3B and 3C.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3724432

[Date of registration]

30.09.2005

[Number of appeal against examiner's decision of

(19) 日本国格群庁 (JP)

公報(A) 1 华 噩 4 <u>2</u>

特開2003-5102 (11)特許出版公開報号

(P2003-5102A)

<u>ක</u>|

Î

w	1
÷.	ı
염	1
ន	ĺ
8 H (2003	l
8	ı
Ę	ı
-	ı
平成15年	I
22	1
换	ł
Ħ	ı
_	ı
0公開日	ı
秀	ı
\approx	ı
3	ı
_	ı
	ı
	ı
	ł

(51) Int.CL.		中民国	F-		₩).i-c2-÷
G02B	80/92		G02B	26/08	E 2H04
B81B	3/00		B81B	3/00	
B81C	1/00		B81C	1/00	

審査酬求 未酬求 酬求項の数30 OL (全 40 頁)

			The state of the s
(21)出職番号	体質2002-31615(P2002-31615)	(71)出國人 000004112	000004112
			株式会社ニコン
(22) 出版日	平成14年2月8日(2002.2.8)		東京都千代田区九の内3丁目2番3号
		(72) 発明者	石体谷 檄
(31)優先権主張器号	(31) 優先権主張器号 特爾2001-120440(P2001-120440)		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(32)優先日	平成13年4月19日(2001.4.19)		以会社にコン本社内
(33)優先權主張国	日本(JP)	(72) 発明者	赤川 土一
			東京都千代田区九の内3丁目2番3号
			式会社「コン本社内
		(74)代理人 100096770	100096770
			非理士 四宮 通
		F4-4(Fターム(参考) 23041 AA16 AB14 ACO6 AZO2 AZO3
			WZ08

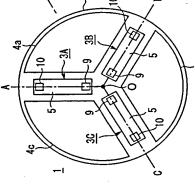
*

茶

華順弊性構造体及びその製造方法並びにこれを用いたミラーデバイス及び光スイッチ (54) [発明の名称]

【碟題】 優れた光学特性を保ちながら、小型化及び量 【解決手段】 ミラーデバイスは、ミラー2と、ミラー 産性をより一層向上させる。

板1に接続される。板ばね部5の他端部は、当該他端部 B, 3Cの板ばね部5を介してのみ、基板1に対して支 2を基板1に対して基板1から浮いた状態にかつ任意の 方向に傾動可能に弾性支持する支持機構とを備える。支 持機構は、基板1とミラー2との間を機械的に接続する 上の板ばね部5を有する。板ばね部5の一端部は、基板 1から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部9を介して基 から立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部を介して、ミ ラー2に機械的に接続される。ミラー2は、各3A,3 A, 3B, 3Cは、1層以上の薄膜で構成された1つ以 3つの支持部3A, 3B, 3Cを有する。各支持部3



特許請求の範囲】

【請求項1】 基体と、ミラーと、該ミラーを前記基体 に対して前記基体から浮いた状態にかつ任意の方向に傾 動可能に弾性支持する支持機構とを備え、供給される駆 動信号に応じた方向及び傾き量で前記ミラーが前記基体 に対して傾く、ラーデバイスであって、

前記支持機構は、前記基体と前記ミラーとの間を機械的 に接続する1つ以上の支持部を有し、

前記各支持部は、1層以上の薄膜で構成された1つ以上 の板ばね部を有し、

前記各支持部の前記1つ以上の板ばね部のうちの少なく とも1つの板ばね部の一端部は、前記基体から立ち上が る立ち上がり部を持つ脚部を介して前記基体に機械的に

前記ミラーは、前記各支持部の前記1つ以上の板ばね部 を介してのみ、前記基体に対して支持されたことを特徴 とするミラーデバイス。 放続され、

動可能に弾性支持する支持機構とを備え、供給される駆 【請求項2】 基体と、ミラーと、該ミラーを前記基体 に対して前記基体から浮いた状態にかつ任意の方向に傾 動信号に応じた方向及び傾き量で前記ミラーが前記基体 に対して極くミサーデベイスでもって、

前記支持機構は、前記基体と前記ミラーとの間を機械的 に接続する1つ以上の支持部を有し、

前記各支持部は、1層以上の薄膜で構成された複数の板 前記各支持部の前記複数の板ばね部のうちの2つ以上の ばね部を有し、

前記各支持部の前記2つ以上の板ばね部がなす機械的な 板ばね部は、互いに機械的に直列に接続され、

30 板税グートの一緒部に由当する板はね部の一緒部は、世 記基体から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部を介して 前記基体に機械的に接続されたことを特徴とするミラー ゲベイス。

【請求項3】 前記ミラーは、前記各支持部の前記複数 の板ばね部を介してのみ、前記基体に対して支持された ことを特徴とする請求項2記載のミラーデパイス。

「請求項4】 前記1つ以上の支持部のうちの少なくと 構成されたことを特徴とする請求項2又は3記載のミラ も1つの支持部において、前記即部が1層以上の薄膜で

Ş

も1つの支持部において、前記2つ以上の板匠ね部がな **猛部は、当該一種部から立ち上がる立ち上がり部を持つ** 【精末項5】 前記1つ以上の支持部のうちの少なくと す機械的な接続ルートの他端部に相当する板ばね部の一 接続部を介して、前記ミラーに機械的に接続されたこと を特徴とする請求項2乃至4のいずれかに記載のミラー

部同士の機械的な接続のうち、少なくとも一対の板ばね も1つの支持部において、前記2つ以上の板ばね部の塩 【請求項6】 前記1つ以上の支持部のうちの少なくと

特開2003-5102

8

接続されることにより行われたことを特徴とする諸求項 部の指部国士の機械的な機械は、前記基体図の板ばね部 の雑部がこの雑部から立ち上がる立ち上がり部を持つ技 院部を介して前記ミラー国の版ばね部の猛部に被域的に 2 乃至5のいずれかに記載のミラーデバイス。 【請求項7】 前記接続部が1層以上の薄膜で構成され とことを特徴とする請求項5又は6記載のミラーデバイ

も1つの支持部において、一緒部が前記時部を介して前 も前記型動信号が供給されていない状態において、前記 医体と反対側へ反ろことを特徴とする請求項2乃至7の 記基体に機械的に接続された前記板ばね部は、少なくと 【講求項8】 前記1つ以上の支持部のうちの少なくと いずれかに記載のミラーデバイス。

哲記2つ以上の板ばね部のうちの少なくとも1つの板ば ね部は、少なくとも前記墅動信号が供給されていない状 他において、前記基体図へ反ることを特徴とする請求項 【精末項9】 自記少なくとも1つの支持部において、 8 討戦のミサーデスイス。

全体としてなす形状が、全体を同じ方向から見た側面視 であるいは各部分ごとに適宜の所定方向から見た関面視 で、「く」の字状、「く」の字状の連枝形状又はジグザ **グ状であることを特徴とする請求項2乃至9のいずれか** とも1つの支持部において、前記2つ以上の板ばね部が 【諸求項10】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく に記載のミアーゲスイメ。 20

とも1つの支持部において、前記2つ以上の板ばね部の 各々が、前記基体の面の法線方向から見た平面視で直線 【請求項11】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく

見た側面視で、「く」の字状又は「く」の字状の連枝形 前記少なくとも100支枠部において、前記20以上の 板ばね部が全体としてなす形状が、全体を同じ方向から 見た側面視であるいは各部分ごとに適宜の所定方向から 状に構成され、 伏であり、 前記少なくとも1つの支持部において、前記2つ以上の 板ばね部における前記側面視で「く」の字状をなす各部 分が、前記基体の面の法線方向から見た平面視でそれぞ れ一直線状をなすことを特徴とする請求項2乃至9のい

7、一幅部が前記ミラーに機械的に接続された板ばね部 の当該一端部、及び、前記少なくとも1つの支持部にお ごれ哲師20以上の核ばれ部がなす性的は固複の形状の 所り返し点部に相当する数式な部の端部が、前記基体の 面と略々平行となるように、前記2つ以上の板ばね部の 各々の反り方向及び長さが散定されたことを特徴とする 【開求項12】 前記少なくとも1つの支持部におい ずれかに記載のミラーデバイス。

とも1つの支持時において、再記2つ以上の仮ばれ部が 【耕求項13】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく 請求項10又は11記載のミラーデバイス。

の当該一端部とが、前記基体の面の法線方向から見た平 面視で、略々同じ位置に位置することを特徴とする請求 全体としてなす形状が、前記基体の面の法線方向から見 **た平面視で任意形状となる螺旋状であることを特徴とす** とも1つの支持部において、一端部が前記脚部を介して と、一端部が前記ミラーに機械的に接続された板ばね部 「請求項14】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく る請求項2乃至9のいずれかに記載のミラーデバイス。 前記基体に機械的に接続された板ばれ部の当該一端部 項2乃至13のいずれかに記載のミラーデバイス。

的に接続された板ばね部の当該一端部が、前記基体の面 と略々平行となるように、前記2つ以上の板ばね部の各 々の反り方向及び長さが設定されたことを特徴とする請 【請求項15】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく とも1つの支持部において、一端部が前記ミラーに機械 **水項2乃至14のいずれかに記載のミラーデバイス。**

ることを特徴とする請求項1乃至15のいずれかに記載 【翻求項16】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく とも1つの支持部は、前記ミラーの前記基体側を支持す のミラーデバイス。

とも1つの支持部は、前記ミラーの側から前記基体を見 た平面視で当該支持機構の少なくとも大部分が前記ミラ **一に隠れる位置に、配置されたことを特徴とする請求項** 【請求項17】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく 1万至16のいずれかに記載のミラーデバイス。

それぞれ支持することを特徴とする請求項1乃至17の 0. /Nの角度をなす前記ミラーのN個の箇所の付近を 【請求項18】 Nを3以上の整数として、前記1つ以 上の支持部の数がNであり、当該N個の支持部は、前記 ミラーの中心を中心とする所定半径の円上において36 いずれかに記載のミラーデバイス。

30

能であることを特徴とする請求項1乃至17のいずれか 【請求項19】 前記1つ以上の支持部の数が1又は2 であり、当該1個又は2個の支持部の前記板ばね部の模 み及び捻れによって、前記ミラーが任意の方向に傾動可 に記載のミラーデバイス。

ね部は、当該板ばれ部に前記駆動信号に応じた静電力を 作用させるための電極部を有することを特徴とする請求 とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 は前記複数の板ばね部のうちの、少なくとも1つの板ば 【精末項20】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく 項1乃至19のいずれかに記載のミラーデバイス。

は前記複数の板ばね部のうちの、少なくとも1つの板ば とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 **右部は、当該板ばね部に前記駆動信号に応じた静配力を** 【請求項21】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく 作用させるための気極部を有し、

20 用されるかあるいは前記ミラーに設けられたことを特徴 前記少なくとも1つの板ばね部が有する前記和極部との 間に前記静電力を生じさせる電極部が、前記ミラーと兼

とする請求項1乃至20のいずれかに記載のミラーデバ

【翻求項22】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 は前記複数の板ばね餌のうちの、少なくとも1つの板ば **力部は、当該板ばね部に前記駆動信号に応じた静電力を**

されるかあるいは前記基体に対して固定されたことを特 間に前記静電力を生じさせる電極部が、前記基体と兼用 **前記少なくとも1つの板ばね部が有する前記電極部との** 做とする請求項1乃至21のいずれかに記載のミラーデ

作用させるための電極部を有し、

は前記複数の板ばね部のうちの、少なくとも一対の板ば とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 【請求項23】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく ね部は、蟷部同士が機械的に接続されて、互いに対向 前記少なくとも一対の板ばね部は、当該板ばね部に前記 駆動信号に応じた静電力を作用させるための電極部をそ れぞれ有し、

前記少なくとも一対の板ばね節のうちの一方の板ばね節 の前記電桶と前記少なくとも一対の板ばね部のうちの他 ちの板ばれ部の前記電極部との間に、前記駆動信号に応 じた静電力が作用することを特徴とする請求項1乃至2 2のいずれかに記載のミラーデバイス。

とも1つの支持部において、前記1つ以上の板ばね部又 は前記複数の板ばね部のうちの、少なくとも一対の板ば 【請求項24】 前記1つ以上の支持部のうちの少なく ね部は、蟷部岡士が機械的に接続されて、互いに対向 **哲記少なくとも一対の板ばね部は、当数板ばれ部に前記** 駆動信号に応じた静電力を作用させるための電極部をそ れぞれ有し、

前記板状部が、前記少なくとも一対の板ばね部のうちの 阪状部が、柱記少なヘとも一対の板ばれ部の互いに接接 的に接続された端部に対して機械的に接続されて、当該 一方の板ばね部と当該他方の板ばね部との間に介在じ、

一方の板ばね部の前記電極との間に前記駆動信号に応じ 板げれ部のうちの他方の板ばね部の前記ជ極部との間に を、有することを特徴とする請求項1乃至23のいずれ **と静電力を作用させるとともに、前記少なくとも一対の** 前記駆動信号に応じた静電力を作用させるための電極部 やい記載のミケーデベイス。 40

【請求項25】 前記ミラー及び前記支持機構を1個の **奏子として当該素子を複数個有し、当該素子が1次元状** 又は2次元状に配列されたことを特徴とする請求項1乃 至24のいずれかに記載のミラーデバイス。 【請求項26】 1つ以上の光入力部から出射された光 を複数の光出力部のいずれかに入射させる光スイッチに

請求項1乃至25のいずれかに記載のミラーデバイスを

ーデバイスの前記ミラーで反射された後に、前記複数の 前記1つ以上の光入力部から出射された光が、前記ミラ 光出力部のいずれかに入射することを特徴とする光スイ 【請求項27】 1層以上の薄膜で構成された複数の板 ばね部を有し、前記複数の板ばねが全体として1つの弾 性体をなすように機械的に接続された薄膜弾性構造体で 前記複数の板ばね部のうちの少なくとも10の板ばね部 の一端部は、基体から立ち上がる立ち上がり部を持つ即 部を介して前記基体に機械的に接続され、

信記複数の板式な語のうちの少なくとも1つの板ばね部 の一緒部は、当該一緒部から立ち上がる立ち上がり部を **砕し接続部を介して、他の少なくとも100板ばね部の** - 福部に被抜的に接続され、

当記複数の板ばれ語のうちの少なくとも1つの板ばれ語 **並記複数の板ばね部のうちの少なくとも1つの板ばね部** が前記基体側に反ったことを特徴とする薄膜弾性構造 が前記基体と反対側に反り、

20

形状が、全体を同じ方向から見た側面視であるいは各部 分ごとに適宜の所定方向から見た関面視で、「く」の子 **代、「く」の字状の連続形状又はジグザグ状であること** [翻求項28] 前記複数の板ばね部が全体としてなす を特徴とする請求項27記載の薄膜弾性構造体。

形状となる螺旋状であることを特徴とする精求項27又 【請求項29】 前記複数の板ばね部が全体としてなす 形状が、前記基体の面の法殺方向から見た平面視で任意

30

【請求項30】 請求項27乃至29のいずれかに記載 の薄膜弾性構造体を製造する製造方法であって、 は28記載の薄膜弾性構造体。

基体上に形成された犠牲層上に、前記複数の板ばね部の うちの少なくとも1つの板ばね邸となるべき1層以上の 蔣胶を形成する工程であって、当該薄膜の周囲の犠牲層 を除去した際に当該薄膜が反る条件で、当該薄膜を形成 する工程と 前記犠牲層を除去する工程とを備えたことを特徴とする

9

[発明の詳細な説明]

0001

光スイッチに図するものである。この光スイッチは、例 びその製造方法並びにこれを用いたミラーデバイス及び えば、光通信装置や光伝送装置等で用いることができる [発明の属する技術分野] 本発明は、薄膜弾性構造体及

[0002]

【従来の技術】近年の光通信技術の進展に伴い、光路を

切り換えるための光スイッチの重要性が高まっている。

特開2003-5102

€

て、挿入損失やクロストークなどの光学特性に優れてお り、本質的な基本特性に優れている。しかし、機械式光 ッチとな気光学効果等を利用したな子式光スイッチとが 光スイッチには、ミラー等の可動部を持つ機械式光スイ ある。根核式光スイッチは、瓜子式光スイッチに比べ

スイッチは、紅子式光スイッチに比べて、小型化や量産

性の点で著しく劣るとされてきた。

して集積度や量産性の向上を囚った機械式光スイッチが 【0003】ところが、近年のMEMS(Micro-Electr o-Mechanical System) 技術の発達に伴い、これを利用 松案されるに至っている。

アイベの出射光路と光出力用光ファイベの入射光路との 方向に直殺移動し得るように、2 次元マトリクス状に基 機械式光スイッチは、光路切り換えの原理として特公昭 た基板と、基板の一辺に沿って配置されたM本の光入力 用光ファイバと、基板の前記一辺と直交する他の一辺に 沿って配置されたN本の光出力用光ファイバとから構成 交差点に対してそれぞれ進出及び退出可能に基板の法線 【0004】このようなMEMS技術を利用した従来の 56-36401号公報に開示されたものと同様の原理 を採用し、光路に進出及び退出可能に直殺移動し得るミ なわち、この光スイッチは、M×N頃のミラーを配置し されている。M×N餡のミラーは、M本の光入力用光フ ラーを2次元マトリクス状に配置したものであった。す 反上に配位されている。

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述し

用光ファイバへ切り換えるために、2 次元マトリクス配 置されたM×N個のミラーが必要となり、ミラーの数が 前記従来の機械式光スイッチでは、MEMS技術を利用 しており、旧来の機械式スイッチに比べれば小型化や量 **筆性が向上しているものの、必ずしも十分なものではな** は、M本の光入力用光ファイバからの光をN本の光出力 べからの光を1000本の光出力用光ファイバへ切り数 増大していた。例えば、1000本の光入力用光ファイ えようとすると、基板上に1000000個ものミラー を2次元マトリクス配置する必要がある。したがって、 CMEMS技術を利用した従来の機械式光スイッチで

【0006】本発明は、このような事情に鑑みてなされ ッチに比べて、小型化及び量産性をより一層向上させる 【0007】また、本発明は、このような光スイッチな どに適したミラーデバイス並びに薄膜弾性構造体及びそ たもので、ミラーを利用して光路を切り換えることによ り優れた光学特性を保ちながら、前述した従来の光スイ ことができる光スイッチを提供することを目的とする。 の製造方法を提供することを目的とする。

め、本発明の第1の悠様によるミラーデバイスは、基体 [疎随を解決するための手段] 前記謀題を解決するた [8000]

は、前記基体から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部を 介して前記基体に機械的に接続され、前記ミラーは、前 以上の板ばね部を有し、前記各支持部の前記1つ以上の 記各支持部の前記1つ以上の板ばね部を介してのみ、前 と、ミラーと、抜ミラーを前記基体に対して前記基体が ら浮いた状態にかっ任意の方向に仮動可能に弾性支持す る支持機構とを備え、供給される駆動信号に応じた方向 及び傾き量で前記ミラーが前記基体に対して傾くミラー デバイスであって、前記支持機構は、前記基体と前記ミ し、前記各支持部は、1層以上の薄膜で構成された1つ 板ばな等のうちの少なくとも100板ばな等の一緒等 ラーとの間を機械的に接続する1つ以上の支持部を有 記基体に対して支持されたものである。

つの板ばね部の一端部が立ち上がり部を持つ脚部を介し ラーの高さ (ミラーと基板との間の距離) を稼ぐことが 【0009】この第1の態様によれば、ミラーを前記基 体に対して前記基体から浮いた状態にかつ任意の方向に 傾動可能に弾性支持する支持機構が、薄膜で構成された 板ばね部を利用した前述した構造を有しているので、構 造が簡単となり、半導体製造工程の膜形成技術等を用い **て簡単に製造することができる。そして、少なくとも1 ト
基体に被
核的に
接続されて
いるの
で、
即即
によっ
た。** できる。このため、ミラーが比較的大きくても、ミラー の傾き可能な角度を比較的大きくすることが可能とな

続されてもよい。この場合、少なくとも1つの板ぽね部 この接続部によってもミラーの高さを稼ぐことがで がり部を持つ接続部を介して、前記ミラーに機械的に接 きる。このため、ミラーが比較的大きくても、ミラーの 傾き可能な角度をより大きくすることができる。この第 の接続部)が薄膜で構成されているので、製造が容易と なるとともに、わずかであっても当該接続部付近におい **つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部におい** の場合、脚部が薄膜で構成されているので、製造が容易 となるとともに、わずかであっても即部付近においても 弾性変形の自由度を持つようになって、各部分同士の機 つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部におい て、前記1つ以上の板ばね部のうちの少なくとも1つの 板げれ部の一緒部は、当核一緒部から立ち上がる立ち上 の一緒部が当該一緒部から立ち上がる立ち上がり部を持 2の場合、前記接続部が1層以上の薄膜で構成されても よい。この場合、立ち上がり部を持つ接続部(ミラーと て、前記脚部が1層以上の薄膜で構成されてもよい。こ [0011] 第2に、前記第1の態様において、前記1 【0010】第1に、前記第1の態様において、前記1 械的な接続箇所にかかる応力を低減することができる。 **つ接続部を介してミラーに機械的に接続されているの**

て、一端部が前記脚部を介して前記基体に機械的に接続 のため、ミラーが比較的大きくても、ミラーの傾き可能 された前記板ばね部は、少なくとも前記駆動信号が供給 **の以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部におい** されていない状態において、前記基体と反対関へ反って **もよい。この場合、即部を介して基体に機械的に接続さ** れた前記板ばね部が基体と反対側へ反っているので、こ [0012] 第3に、直記第1の態様において、直記1 の反りによってもミラーの高さを稼ぐことができる。こ な角度をより大きくすることができる。

て、前記1つ以上の板ばね部の各々は、前記基体の面の 法級方向から見た平面視で直線状又は曲線状に構成され つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部におい てもよい。このように、板ばね部は平面視で直線状及び 【0013】第4に、前記第1の態様において、前記1 曲線状のいずれに構成してもよい。 【0014】なお、前記第1の態様において、前述した 第1乃至第4の事項は任意に組み合わせてもよい。

た複数の板ばね部を有し、前記各支持部の前記複数の板 部がなす機械的な接続ルートの一端部に相当する板ばね は、基体と、ミラーと、該ミラーを前記基体に対して前 記基体から浮いた状態にかつ任意の方向に傾動可能に弾 性支持する支持機構とを備え、供給される駆動信号に応 こた方向及び傾き量で前記ミラーが前記基体に対して傾 くミラーデバイスであって、前記支持機構は、前記基体 と前記ミラーとの間を機械的に接続する1つ以上の支持 部を有し、前記各支持部は、1層以上の薄膜で構成され ばね部のうちの2つ以上の板ばね部は、互いに機械的に 直列に接続され、前記各支持部の前記2つ以上の板ばね 部の一幅部は、前記基体から立ち上がる立ち上がり部を 持つ脚部を介して前記基体に機械的に接続されたもので 【0015】本発用の第2の態様によるミラーデバイス

【0016】この第2の態様によれば、前記第1の態様 ば、支持部における2つ以上の板ばね部が互いに機械的 に直列に接続されているので、2つ以上の板ばねの端部 をなす構造が実現され、全体として各板ばねの特性を適 宜組み合わせた弾性支持特性を得ることができ、所望の **単性支持特性を得るに際して設計の自由度が高まる。な** お、機械的に直列に接続された板ばね部に対して、適宜 と同様の利点が得られる。また、この第2の態様によれ 5.順次接続されて全体として1つの機械的な接続ルート 也の板ばれ部を機械的に並列に接続してもよい。

40

【0017】本発明の第3の態様によるミラーデバイス 1、前記第2の態様において、前記ミラーは、前記各支 特部の前記複数の板ばね部を介してのみ、前記基体に対 して支持されたものである。 [0018] この第3の態様によれば、ミラーが板ばね 部を介してのみ基体に対して支持されているので、板ば ね部が介在したミラーと基体との間の機械的な接続ルー

ト以外に、ミラーを基体に対して支持する別個の支持手 没が不要となり、好ましい。

は、前記第2又は第3の態様において、前記1つ以上の 友持部のうちの少なくとも1つの支持部において、前記 [0019] 本発明の箔4の態様によるミラーデバイス **脚部が1層以上の薄膜で構成されたものである。**

【0020】この第4の態様によれば、脚部が薄膜で構 成されているので、製造が容易となるとともに、わずか であっても脚部付近においても弾性変形の自由度を持つ ようになって、各部分同士の機械的な接続箇所にかかる **芯力を低減することができる。**

2

から立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部を介して、前 [0021] 本発明の第5の態様によるミラーデバイス は、前記第2乃至第4のいずれかの態様において、前記 1 つ以上の支持部のうちの少なくとも 1 つの支持部にお トの他協館に相当する板ばね部の一端部は、当該一端部 いて、前記2つ以上の板ばね部がなす機械的な接続ルー 記ミラーに機械的に接続されたものである。

の板ばれ部の一緒部が当該一緒部から立ち上がる立ち上 【0022】この第5の態様によれば、少なくとも1つ がり部を持つ接続部を介してミラーに機械的に接続され ているので、この接続部によってもミラーの高さを疑ぐ ことができる。このため、ミラーが比較的大きくても、 ミラーの傾き可能な角度をより大きくすることができ

統のうち、少なくとも一対の板ばね節の端部両士の機械 【0023】本発明の第6の態様によるミラーデバイス は、前記第2乃至第5のいずれかの態様において、前記 1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部にお いて、前記20以上の板ばね部の猫部回士の繊繊的な接 的な技能は、自智基体図の板ばね筒の基質がいの基質が ら立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部を介して前記さ ラー側の板ばね部の猫部に機械的に接続されることによ り行われたものである。

の板ばね部の端部同士の機械的な接続が、基体側の板ば な部の猫部がこの猫部から立ち上がる立ち上がり部を持 接続されてることにより行われているので、この接続部 [0024] この第6の態故によれば、少なくとも一対 **し接続部を介してミテー国の板ばね部の4時に接接的に** め、ミラーが比較的大きくても、ミラーの掻き可能な角 によってもミラーの高さを稼ぐことができる。このた 度をより大きくすることができる。

【0025】本発明の第1の態核によるミラーデバイス は、前記第5又は第6の態様において、前記接続部が1 層以上の薄膜で構成されたものである。

ても弾性変形の自由度を持つようになって、各部分同士 なるとともに、わずかであっても当該接続部付近におい 持つ接続部(ミラーとの接続部及び/又は板ばね部両士 の接続部)が薄膜で構成されているので、製造が容易と 【0026】この第7の態様によれば、立ち上がり部を

9

特開2003-5102

の機械的な接続協所にかかる応力を低減することができ

1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部にお いて、一幅部が前記脚部を介して前記基体に機械的に接 抗された前記板ばね部は、少なくとも前記駆動信号が供 は、前記第2万至第7のいずれかの盟接において、前記 拾されていない状態において、前記基体と反対関へ反る [0027] 本発用の第8の位装によるミラーデバイス ものである。

反っているので、この反りによってもミラーの高さを稼 【0028】この第8の態故によれば、即部を介して基 体に機械的に接続された前記板ばね部が基体と反対関へ 5、ミラーの煩き可能な角度をより大きくすることがで ぐことができる。このため、ミラーが比較的大きくて

とも1つの板ばね部は、少なくとも前部階製信号が供給 されていない状態において、前記基体図へ反ろものであ は、前記第8の態様において、前記少なくとも1つの支 【0029】本発明の第9の態様によるミラーデバイス **格容において、哲語2つ以上の核ばれ時のうちの少なく**

[0030] 前記第8の整様では、脚部を介して基体に 機械的に接続された前記板ばね部が基体と反対側へ反う 坂ばれ部の嬬部が基体の面に対して大きく傾くことにな る。この場合、当該板ばね部の端部とミラーとの機械的 な彼彼箇所にかかる応力が増大し、好ましくない。 これ に対し、少なくとも1つの板ばね部が基体倒へ反ってい れば、ミラーと接続されるべき板ばね部の端部を基体の 面と平行又はこれに近ろけることができ、前記む力を既 ているので、例えば、この板ばね部に直列に接続された 他の板ばね部の全てがが反っていないかあるいは基体と 反対側に反っているとすれば、ミラーと接続されるべき 減することができる。

スは、前記第2万里第9のいずれかの位様において、前 記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部に おいて、前記2つ以上の板ばね詰が全体としてな十形状 が、全体を同じ方向から見た関面視であるいは各部分ご 「く」の字状の連続形状又はジグザグ状であるものであ 【0031】本発明の第10の態核によるミラーデバイ とに適宜の所定方向から見た傾面視で、「く」の字状、

グラフの加き構造が実現され、各部分同士の機械的な接 [0032] この第10の版様によれば、いわばパンタ 院箇所にかかる応力を庇城することができる。

面の法線方向から見た平面視で直線状に構成され、前記 おいて、前記2つ以上の板ばね筒の各々が、前記基体の [0033] 本発用の第11の結構によるミラーデバイ スは、前記第2乃至第9のいずれかの値様において、前 記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部に 少なくとも1つの支持部において、前記2つ以上の板ば

20

ても弾性変形の自由度を持つようになって、各部分同士

の機械的な接続箇所にかかる応力を低減することができ

闽面視な、「く」の字状又は「く」の字状の連結形状な あり、前記少なくとも1つの支持部において、前記2つ 以上の板ばね部における前記闽面視で「く」の字状をな す各部分が、前記基体の面の法線方向から見た平面視で 12部が全体としてなす形状が、全体を同じ方向から見た **闽面視であるいは各部分ごとに適宜の所定方向から見た** それぞれ一直級状をなすものである。

【0034】この第11の版様は、前記第10の版核に よる構造を、平面視で直線状の板ばね部を用いて実現す

スは、前記第10又は第11の態様において、前記少な くとも1つの支持部において、一端部が前記ミラーに機 **城的に接続された板ばね部の当該一端部、及び、前記少** なくとも 1 つの支持部において前記2つ以上の板ばね部 がなす前記側面視の形状の折り返し点部に相当する板ぱ 前記2つ以上の板ばね部の各々の反り方向及び長さが設 【0035】本発明の第12の態様によるミラーデバイ わ部の端部が、前記基体の面と略々平行となるように、 る場合の一例を挙げたものである。 定されたものである。

【0036】この第12の協様のように2つ以上の板ば ね部の各々の反り方向及び長さを設定すると、各部分同 士の機械的な接続箇所にかかる応力をより低減すること

機械的に直列に接続された板ばね部がなす全体形状の一 おいて、前記2つ以上の板ばね部が全体としてなす形状 が、前記基体の面の法級方向から見た平面視で任意形状 [0037] 本発明の第13の態様によるミラーデバイ 記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部に スは、前記第2乃至第9のいずれかの態様において、自 となる螺旋状であるものである。この第13の態様は、 例を挙げたものである。

前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 において、一端部が前記脚部を介して前記基体に機械的 前記基体の面の法線方向から見た平面視で、略々同じ位 【0038】本発明の第14の態様によるミラーデバイ に接続された板ばね部の当該一端部と、一端部が前記ミ スは、前記第2乃至第13のいずれかの態様において、 ラーに機械的に接続された板ばね部の当該一端部とが、 **置に位置するものである。**

【0039】前記第14の態様によれば、機械的に直列 に接続された2つ以上の板ばね部がなす機械的な接続ル トの一緒部と他緒部とが平面視で略同じ位置に位置す るので、各部分同士の機械的な接続箇所にかかる応力を より低減することができる。

ように、前記2つ以上の板ばね部の各々の反り方向及び において、一端部が前記ミラーに機械的に接続された板 ばね部の当該一端部が、前記基体の面と略々平行となる 前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 【0040】本発明の筑15の態様によるミラーデバイ スは、前記第2乃至第14のいずれかの態様において、

長さが設定されたものである。

【0041】この第15の態様によれば、一端部が前記 ミラーに機械的に接続された板ばね部の当該一端部が前 記基体の面と略々平行となるので、当該板ばね部の端部 とミラーとの機械的な接続箇所にかかる応力を低減する ことができる。 [0042] 本発用の第16の態様によるミラーデバイ 前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 スは、前記第1万至第15のいずれかの態様において、 は、前記ミラーの前記基体関を支持するものである。

[0043] この第16の態様によれば、支持部がミラ に、ミラーの高さを殺ぐことができる。もっとも、前記 第1乃至第15の態様では、支持部がミラーの基体と反 対側を支持してもよい。この場合、支持部はミラーを吊 **一の基体側を支持するので、構造が簡単となるととも** り状態で支持することになる。

前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 【0044】本発明の第17の飯様によるミラーデバイ は、前記ミラーの側から前記基体を見た平面視で当該支 スは、前記第1乃至第16のいずれかの態様において、 特機構の少なくとも大部分が前記ミラーに隠れる位置 に、配置されたものである。

20

及び支持機構からなる素子を複数個1次元状又は2次元 ことができ、当該ミラーデバイスをより小型化すること で、支持機構及びミラーが占める基体上の面積を低減す ができる。特に、後述する第20の態様のようにミラー 状に配列する場合には、それらの素子の集積度を高める 機構の大部分がミラーに隠れる位置に配置されているの ることができ、当該ミラーデバイスの小型化を図ること [0045] この第17の監接によれば、平面視で支持

Nを3以上の整数として、前記1つ以上の支持部の数が Nであり、当該N個の支持部は、前記ミラーの中心を中 ひとする所定半径の円上において360°/Nの角度を なす前記ミラーのN個の箇所の付近をそれぞれ支持する [0046] 本発用の第18の態様によるミラーデバイ スは、前記第1乃至第17のいずれかの態様において、

[0047] この第18の態様のように支持部の数を3 と、ミラーをより安定して任意の方向に傾動可能に支持 以上としてそれらによるミラーの支持箇所を設定する することができ、好ましい。

40

又は2個の支持部の前記板ばね部の撓み及び捻れによっ て、前記ミラーが任意の方向に傾動可能であるものであ 前記1つ以上の支持部の数が1又は2であり、当該1個 【0048】本発用の第19の態様によるミラーデバイ スは、前記第1乃至第17のいずれかの態様において、

【0049】この第19の態様によれば、支持部の数が 少ないので、構造がより簡単となる。

8

特度2003-5102

た少なくとも2つの層の、熱膨張による変形を利用した 駆動方式を採用してもよい。この場合、例えば、光の吸 収や和気抵抗部への通知などによって、抵記変形のため の熱を与えることができ、照射光量や通電量を駆動信号 [0050] 煎記第1乃至第19のいずれかの態様にお る静電力、磁気力又はローレンツ力によって駆動されて ば、異なる膨張係数を有する異なる物質の互いに重なっ いて、前記ミラーは、例えば、前記駆動信号により生す もよい。また、他の駆動方式を採用してもよい。例え として用いることができる。

お部のうちの、少なくとも1つの板ばね部は、当模板ば 前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 ね部に前記駆動信号に応じた静電力を作用させるための において、前記10以上の板ばね部又は前記複数の板ぱ 【0051】本発明の第20の態様によるミラーデバイ スは、前記第1乃至第19のいずれかの態様において、 **電極部を有するものである。**

[0052] この第20の態様によれば、ミラーを駆動 する駆動力として、板ばね部に作用する静電力を用いる ことができる。

前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 ね部に前記駆動信号に応じた静電力を作用させるための 電極部を有し、前記少なくとも1つの板ばね部が有する 前記ミラーと兼用されるかあるいは前記ミラーに設けら **わ部のうちの、少なくとも1つの板ばわ部は、当該板ば** [0053] 本発明の第21の値核によるミラーデバイ において、前記1つ以上の板ばね部又は前記複数の板は スは、前記第1乃至第20のいずれかの態はにおいて、 前記電極部との間に前記静電力を生じさせる電極部が、 れたものである。

[0054] この第21の億様によれば、ミラーを駆動 する駆動力として、板ばね部とミラーとの間に作用する 静電力を用いることができる。

価極部を有し、前記少なくとも1つの板ばね部が有する 前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 において、前記1つ以上の板ばね部又は前記複数の板は **ね部のうちの、少なくとも1つの板ばね部は、当萩板ば** ね部に前記駆動信号に応じた静祉力を作用させるための 前記基体と兼用されるかあるいは前記基体に対して固定 【0055】本発用の第22の悠禄によるミラーデバイ スは、前記第1乃至第21のいずれかの態様において、 前記電極部との間に前記静電力を生じさせる電極部が、

【0056】この第22の⑫禄によれば、ミラーを駆動 する駆動力として、板ばね部と基体等との間に作用する 静電力を用いることができる。

において、前221つ以上の板ばね部又は前記複数の板ば 前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 【0051】本発用の第23の臨镁によるミラーデバイ スは、前記第1乃至第22のいずれかの態様において、

ね部のうちの、少なくとも一対の板ばね部は、猛部国士 が機械的に接続されて、互いに対向し、前記少なくとも 一対の板はわ部は、当数板はわ部に前記駆動信号に応じ た静電力を作用させるための電極部をそれぞれ有し、前 記少なくとも一対の板ばれ語のうちの一方の板ばれ語の 倍記負債と自記少なくとも一対の板ばね部のうちの他方 の板ばね部の前記箱極部との間に、前記駆動信号に応じ た静電力が作用するものである。

[0058] この第23の旗様によれば、ミラーを駆動 する駆動力として、板ばね部間に作用する静電力を用い ることができる。

前記1つ以上の支持部のうちの少なくとも1つの支持部 が機械的に接続されて、互いに対向し、直鉛少なくとも 一対の板ばね部は、当核板ばね部に前記駆動信号に応じ た静電力を作用させるための電極部をそれぞれ有し、板 状部が、前記少なくとも一対の板ばれ部の互いに機械的 方の板ばね部と当該他方の板ばね部との間に介在し、前 方の核ばね部の前記を極との同に前記駆動信号に応じた 静電力を作用させるとともに、前記少なくとも一対の板 ばね部のうちの他方の板ばね部の前記電極部との間に前 において、前記1つ以上の仮ばね部又は前記複数の仮ば **右部のうちの、少なくとも一対の板ば右部は、猛将回士** に接続された塩部に対して機械的に接続されて、当該一 [0059] 本発明の第24の臨抜によるミラーデバイ スは、前記第1乃至第23のいずれかの態様において、 記板状部が、前記少なくとも一対の板ばね部のうちの 記駆動信号に応じた静電力を作用させるための電極部 を、有するものである。

20

介在させることにより、対向する一対の仮ばね部にそれ [0060]この第24の態様によれば、板ばね部間に 作用する静電力を用いることができ、しかも、板状部を 30

子を複数個有し、当該案子が1次元状又は2次元状に配 前記ミラー及び前記支持機構を1個の素子として当該業 【0061】本発明の第25の態様によるミラーデパイ スは、前記第1乃至第24のいずれかの態様において、 ぞれ作用する静電力を高めることができる。

[0062] この第25の態様によれば、複数の光信号 又は光ピームをそれぞれ独立して所望の方向に所望の量 だけ傾向させることができる。

引されたものである。

は、1つ以上の光入力部から出射された光を複数の光出 力部のいずれかに入針させる光スイッチにおいて、哲語 第1乃至第25のいずれかの態様によるミラーデバイス 前記ミラーデバイスの前記ミラーで反射された後に、前 を含み、前記1つ以上の光入力部から出射された光が、 [0063] 本発明の第26の態体による光スイッチ 記複数の光出力部のいずれかに入射するものである。

[0064] この第26の態様によれば、前記第1乃至 第25のいずれかの態様によるミラーデバイスが用いら れているので、入力光路と问数のミラーで多くの出力光

20

9

路に切り換えることができ、例えば、1000個のミラ 一で1000個の入力光路を1000個の出力光路に切 り換えることができる。したがって、前記第21の쎲筷 によれば、ミラーの数が少なくてすむため、前述した従 て、小型化及び量産性が大幅に向上する。勿論、ミラー を利用して光路を切り換えるので、低子式光スイッチに 比べて、挿入損失やクロストークなどの光学特性に優れ 来のMEMS技術を利用した機械式光スイッチに比べ

に接続され、前記複数の板ばね部のうちの少なくとも1 【0065】本発明の第27の態様による薄膜弾性構造 一端部は、基体から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部 した、他の少なくとも100板ばね部の一緒部に被核的 つの板ばね部が前記基体と反対側に反り、前記複数の板 ばね部のうちの少なくとも1つの板ばね部が前記基体側 体は、1層以上の薄膜で構成された複数の板ばね部を有 し、前記複数の板ばねが全体として1つの弾性体をなす ように機械的に接続された薄膜弾性構造体であって、前 記複数の板ばね部のうちの少なくとも100板ばね部の を介して前記基体に機械的に接続され、前記複数の板ば **ね部のうちの少なくとも1つの板ばね部の一緒部は、当** 数一端部から立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部を介 に反ったものである。

【0066】本発明の第28の態様による薄膜弾性構造 体は、前記第27の態様において、前記複数の板ばね部 が全体としてなす形状が、全体を同じ方向から見た側面 祝であるいは各部分ごとに適宜の所定方向から見た側面 **視で、「く」の字状、「く」の字状の連続形状又はジグ** ザグ状であるものである。

【0067】本発明の第29の態様による薄膜弾性構造 体は、前記第27又は第28の態様において、前記複数 の板ばね部が全体としてなす形状が、前記基体の面の法 級方向から見た平面視で任意形状となる螺旋状であるも

れるものではなく、他の種々のMEMSにおいて用いる 性構造体は、前述した本発明によるミラーデバイスに好 適に用いることができる。もっとも、前記第27乃至筑 【0068】前記第27乃至第29の態様による薄膜弾 29の態様による薄膜弾性構造体の用途はこれに限定さ ことができる。

前記第27万至第29のいずれかの態様による薄膜弾性 構造体を製造する製造方法であって、基体上に形成され た犠牲層上に、前記複数の板ばね部のうちの少なくとも 1 つの板ばね部となるべき 1 層以上の薄膜を形成する工 程であって、当該薄膜の周囲の犠牲層を除去した際に当 該滓膜が反る条件で、当該薄膜を形成する工程と、前記 【0069】本発明の第30の態様による製造方法は、 犠牲層を除去する工程とを備えたものである。

20 部を容易に作製することができ、ひいては前記第27乃 【0070】この第30の態様によれば、反った板ばね

至第29の態様による薄膜弾性構造体を容易に製造する

[発明の実施の形態] 以下、本発明による薄膜弾性構造 **本及びその製造方法並びにこれを用いたミラーデバイス** 及び光スイッチについて、図面を参照して説明する。

[0072] [第1の実施の形態]

O-B級に沿った既略断面図及び図1中のO-C級に沿 **った概略断面図は、図2と同様となる。なお、以下の説** ミラーデバイスの単位素子を模式的に示す概略平面図で ある。図1において、本来破線(隠れ線)となるべき線 既略が面図である。図3は、図1中の0-D様に治った 既略断面図である。図面には示していないが、図1中の 【0073】図1は、本発明の第1の実施の形態による も実級で示している。この点は、後述する各平面図につ いても回接である。図2は、図1中のO-A袋に沿った 明において、上下は、図2に従うものとする。

もっとも、基板1が導電性を有する場合には、その上面 体としてのSi 基板やガラス基板等の基板1 (その面は 2を基板1に対して基板1から浮いた状態かつ任意方向 に傾動可能に弾性支持する支持機構とを備え、供給され に対して傾くように構成されている。なお、本実施の形 【0074】本実施の形態によるミラーデバイスは、基 図1中の紙面と平行である。)と、ミラー2と、ミラー **る駆動信号に応じた方向及び傾き量でミラー2が基板1 値では、基板1は電気的な絶縁性を有するものとする。** に絶縁膜を形成しておけばよい。

して軽量化を図ることができる。立ち下がり部2bに代 発明では、立ち下がり部2トや立ち上がりを必ずしも形 の2層以上の膜で構成してもよい。さらに、ミラー2の 国に被って立ち下がり部25が形成されている。図1中 の0はミラー2の中心を示している。この立ち下がり部 2 bによって円板卸2 aの強度が補強されるので、円板 えて立ち上がりを形成しても同様である。もっとも、本 **式する必要はない。また、ミラー2の材料もA1膜に限** 定されるものではなく他の材料でもよいし、異なる材料 形状は円形に限定されるものではなく、例えば、矩形と 1 膜で円板状に構成され、その平板状の円板部2aの全 [0075] 本実施の形態では、ミラー2は、1層のA 部2aの平坦性を確保しつつ、円板部2aの厚みを導く

を傾動させるための駆動力として静電力を加える可動側 に独立して、後述する基板1上の電極4a, 4b, 4c [0076] 本実施の形態では、ミラー2は、ミラー2 2を下回の絶縁膜(SiN膜等)と上側のA1膜とで構 **式したような場合には、その下面に3つの電極を、互い** の共通電極を兼用している。もっとも、例えば、ミラー とそれぞれ対向するように形成してもよい。

ぞれが基板1とミラー2との間を機械的に接続する3つ [0077] 本実施の形態では、前記支持機構は、それ

これらの 友持部3 A~3 Cは同じ構造を有しているので、ここで の支持部3A, 3B, 3Cで構成されている。 は、支持即3Aについてのみ説明する。

に構成されている。また、板ばね部5は、図2に示すよ うに、少なくとも前記駆動信号が供給されていない状態 いる。板ばね部5は、下側のSiN膜6と上側のA1膜 即5の材料や層数はこれに限定されるものではなく、層 を示している。板ばね部5は必ずしも上方に反る必要は **【0078】支持部3Aは、1つの板ばわ部5を有して** 7とが積層された2層の薄膜で構成されている。板ばね 数は1つ以上であればよい。板ばね部5は、図1に示す ように、基板1の面の法線方向から見た平面視で直線状 2、図2及び図3は、駆動信号が供給されていない状態 ないが、本実施の形態のように板ばね部5が上方に反っ ていると、ミラー2の高さを稼ぐことができ、好まし において、上方(基板1と反対側)に反っている。な

[0079] 図1及び図2に示すように、板ばね部5の ターン8 (図1では図示省略)を介して基板1から立ち 上がる立ち上がり部を持つ脚部9を介して、基板1に機 ま延びることによって構成されている。AI膜7は、亀 掻として兼用されたミラー2を配録パターン8に電気的 N膜6に形成された関ロを介して配線パターン8に超気 的に接続されている。なお、本実施の形態では、各支持 - 端部は、基板1上に形成されたA1膜からなる配線パ 仮ばね部5を構成するSiN膜6及びAI膜7がそのま c接続する配線としても兼用され、即即9においてSi 第3人~3 Cの配扱パターン8 は個気的に共通に接続さ 成的に接続されている。本実施の形態では、即部9は、 れている。

【0080】また、図1及び図2に示すように、板ばね 町5の他端部は、当該他端部から立ち上がる立ち上がり 関)に機械的に接続されている。本実施の形態では、接 **就部10は、ミラー2を構成するA1膜がそのまま延び** ることにより構成されている。したがって、電極を兼用 するミラー2は、接続部10→板ばね部5のA1膜7→ **均部9のA1膜7の経路で、配線パターン8に電気的に** 俊続されている。なお、接続即10をミラー2とは別の 部を持つ接続部10を介して、ミラー2の下側(基板1 材料で構成してもよいことは、貫うまでもない。

[0081] 以上の説明からわかるように、本実施の形 腹では、ミラー2は、各支持部3A~3Cの板ばね部5 支持している。支持部3A~3Cの各々は、薄膜弾性構 を介してのみ、基板1に対して支持されている。また、 各支持部3A~3Cは、ミラー2の下側 (基板1側) 造体を構成している。

た、支持部3A~3Cは、それらの各板ばね部5が、平 【0082】本実施の形盤では、図1に示すように、支 持部3A~3Cの全てが、ミラー2の頃から基板1を見 た平面視でミラー2に思れる位属に配置されている。ま

~3 Cは、ミラー2の中心0を中心とする所定半径の円 面視でミラー2の半径方向に延びるように配置されてい 120° (=360°/3)の角度をなす3つの位置に ミラー2は、安定して、任意の方向に摂動可能に浄性支 それぞれ配置されている。すなわち、3つの支持部3人 上において120° (=360°/3)の角度をなすミ ミラー2の中心0を中心とする所定半径の円上において ラー2の3箇所をそれぞれ支持している。したがって、 る。また、3つの支持節3A~3Cの各接税邸10は、

周囲となるように配置されているが、時部9の位置と接 [0083] 基板1上には、ミラー2の下方において、 統部10の位置とが逆になるように配置してもよい。

持される。支持部3A~3Cは、本実施の形態では、脚 部9がミラー2の中心の関で接続部1のがミラー2の外

10

は、それぞれ図示しない各配線パターンを介して、それ 加できるようになっている。本実施の形態では、配線パ 位を印加できるようになっている。各電極4m~4cに する。したがって、各価権48~4cに印加されるミラ -2を基準とした配位レベルが、ミラー2の傾きの方向 及び傾き量を決定する前記駆動信号となっている。基板 1には、外部からの制御信号に応じてこの駆動信号を生 る3つの危損48,46,4cが互いに信気的に絶縁さ れた状態で形成されている。これらのជ種48~4cに ぞれ互いに独立して、配線パターン8(すなわち、ជ種 としてのミラー2)との図に、任故のレベルの亀圧を印 cにそれぞれ独立して、ミラー2を基準とした任意の電 靍極48~4cとミラ−2の電極対向部分との間に作用 中心Oを通る基板1の面の法線の回りに、A1膜からな ターン8を介してミラー2が接地され、各電極4m~4 中加される亀位のレベルに応じた大きさの静電力が、各

20

【0084】このように、本実施の形態では、ミラー2 る。もっとも、本発明では、ミラー2が超気力やローレ は、駆動信号によって生ずる静電力によって駆動され 成する駆動回路を、搭載しておいてもよい。

30

また、本実施の形態では、板ばね部5が異なる膨張係数 層(具体的には、SiN膜6及びAI膜7)を有してお る。このため、赤外光や可視光を板ばね部5に風射すれ ば、その風射量に応じて、基板1を介して(例えば、基 板1がSi基板であれば赤外光は基板1を透過し、基板 を有する異なる物質の互いに重なった少なくとも2つの ンツカにより駆動されるように構成することもできる。 り、SiNG6は可視光や赤外光を吸収して熱を生ず

40

る。)、その風射量に応じて板ばね節5が投むことにな る。したがって、この赤外光や可視光を駆動信号として クチュエータとして用いることも可能である。これらの 気は、後述する各実施の形態やその変形例についても同 用い、各板ばね邸5を、ミラー2を傾動させるためのア 1がガラス基板であれば可視光は基板1を透過す

【0085】因面には示していないが、本実施の形態に

よるミラーデバイスでは、、ミー2、前記支持機構(支持部3A~3C)及び電極4a~4cを1個の素子として当該素子を複数個有し、当該素子が2次元状に配列されている。もっとも、当該業子を1次元状に配置してもよいし、当該業子は1つのみでもよい。これらの点は、後述する各実施の形態やその変形例についても同様であ

[0086]次に、本実施の形態によるミラーデバイスの製造方法の一般について、図4を参照して説明する。図4は、この製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す 10額路所面図であり、図2に対応している。

[0087]まず、図4 (a) に示すように、Si基板、ガラス基板等の基板1上に、電極4a~4c、配線パターン8及びその他の配線パターンとなるペきAI膜11を蒸着性等によりデポした後、フォトリソエッチングはによりパターニングし、それらの形状とする。次に、この状態の基板上の全面に犠牲層となるレジスト12を強布し、このレジスト12に、即部9のコンタクト部に応じた周口12aをフォトリングラフィーにより形成する(図4(a))。

[0088] 次いて、板ばね部5及び脚部9の1つの層となるべき5;N版6をP-CVD性等によりデポした後、フォトリソエッチングによりパターニングし、板ばれの5及び脚部9の形状とする。このとき、脚部9におけるコンタクト部には関口を形成しておく。次に、板ばれ部5及び脚部9のもう1つの層となるべきA1版7を蒸落法等によりデポした後、フォトリソエッチング法によりパターニングし、板ばね部5及び脚部9の形状とする(図4(b))。

【0089】この状態の基板上の全面にスピンコート活 特により機構像としてのポリイミド膜1.3を被着させ、 技術部10のコンタクト部に応じた関ロをフォトリエ ッチング社により形成する。次いで、この状態の基板上 に犠牲層となるレジスト14を適れし、ミラー2の円板 うに、レブスト14の他の部分(技術部10のコンタ) ト部に応じた関わの部分を含む)をフォトリングラフィーにより終ます。その後、ミラー2及び技術部10 ト部に応じた関ロの部分を含む)をフォトリングラフィーにより終まする。その後、ミラー2及び技術部10 たるべき A 1膜15を満着性等によりデポした後、フォトリソエッチング社によりパターニングし、ミラー2の 形状とする(図4(c))。このとき、A 1膜15のパ ターニングによって残す領域を、レジスト14と重なり かつレジスト14の大きさよりも大きくすることによって、ミラー2の立ち下がり部2もが形成されることとな

。。 1090] 及後に、この状態の基板を、ダイツングな どによりチップ毎に分削し、全ての犠牲圏、すなわち、 レジスト12, 14及びポリイミド膜13をアッシング 注などにより除去する。これにより、図1乃至図3に示 すミラーデバイスが完成する。

[0091]ところで、前述したように膜ら及び膜7の成膜は、レジスト12,14及びポリイミド膜13を除去した際に前辺板14泊部5が成膜時のストレスによって上方に反るような条件で、行う。なお、板14泊部5を単層の薄膜で構成する場合であっても、同じ材料の膜を或原条体を変えて2回成膜すれば、最終的に単層膜となるものの、板144間等を上方に反らせることができる。

[0092]本実施の形態によれば、前記支持機構(支 持部3A~3C)が、薄糠で構成された板はお師らを利用した前述した構造を有しているので、構造が簡単となり、前述したように、半導体製造工程の模形成技術等を 用いて簡単に製造することができる。

とができる。この反りの程度と板ばね部5の長さとによ の一緒部が立ち上がり部を持つ脚部9を介して基板1に **稼ぐことができる。また、板ばね部5の他端部が当該端** 部から立ち上がる立ち上がり部を持つ接続部10を介し てミラー2に機械的に接続されているので、この接続部 10によってもミラー2の高さを稼ぐことができる。さ らに、板ばね部5が上方へ反っているので、この反りに よってもミラー2の高さを稼ぐことができる。反りの程 度は前述した頃6,7の成膜時の条件により設定するこ 直径1mm程度でも)、ミラー2の高さを例えば200 u m程度に設定することができ、ミラー2の傾き可能な 接続されているので、即部9によってミラー2の高さを 【0093】また、本実施の形態によれば、板ばね部5 って、ミラー2の高さを自在に散定することができる。 以上の点から、ミラー2が比較的大きくても(例えば、 角度を比較的大きくすることが可能となる。

(0094]また、本実施の形態によれば、支特部3A~3Cの全てが、ミラー2の個から基板1を足た平面的でミラー2に固れる位置に配置されているので、支持部3A~3C及びミラーが占める基板上の面積を低減することができ、2次元配置された来子の集積度を高めることができ、3数ミラーディイスの小型化を図ることができ、3数ミラーディイスの小型化を図ることがで

[0095] (第2の実施の形態) [0096] 図5は、本発明の第2の実施の形態による ミラーデバイスの単位業子を模式的に示す質略平面図で あり、図1に対応している。図5において、図1乃至図3中の要業と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する数明は省略する。 [0097] 本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 異なる所は、支持昭3A~3Cが、それらの一部がミラー2の関から基板1を見た平面視でミラー2に隠れる位 置に、配置されている点のみである。本実施の形態では、前記第1の実施の形態に比べれば素子の集積度は若干低下するものの、他の点については、本実施の形態におっても前記第1の実施の形態と同様の利点が得られ

50 【0098】[第3の実施の形態]

(12)

[0099] 図6は、本発明の第3の実施の形態によるミテーデバイスの単位素子を模式的に示す範疇平面区であり、図1に対応している。図6において、図1乃至図3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する設明は省略する。

[0100]本実施の形態が、前記第1の実施の形態を異なる所は、支持部3A~3Cが、それらの板はお語らがミラー2の格々接線方向に延びるように、配置されている点のみである。本実施の形態によっても、前記第1の実施の形態と同様の利点が得られる。

[0101] [第4の実施の形態]

【の102】図7は、本発明の第4の実施の形態によるミラーデバイスの単位素子を模式的に示す観略平面図であり、図1に対応している。図7において、図1乃至図3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する認明は省略する。

[0103] 本実施の形態が、前記第1の実施の形態と異なる所は、支持部3A~3Cの板ばお部5が、基度1の面の注線方向から見た平面視で曲線状に構成されている点と、支持部3A~3Cが、それらの板ばわ部5がミテー2の略々接点方向に延びるように、配置されている点のみである。本実施の形態によっても、前記第1の実施の形態と同様の利点が得られる。

20

[0104] [第5の実施の形態]

[0105] 図8は、本発用の第5の実施の形態によるミラーデバイスの単位業子を模式的に示す顧路平面区であり、図1に対応している。図8において、図1乃至図3中の要案と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する設別は台路する。

[0106]本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 異なる所は、支持部3B、3Cが散り除かれ、1つの支 符部3Aのみで支持機構が構成され、支持部3Aがミラ -2の中心付近を支持している点のみである。 【の107】本実施の形態によれば、支持部3Aの板ば ね部5の幾み及び捻れによって、ミラー2が任意の方向 に傾動可能となっている。本実施の形態によっても、基 本的に、前記第1の実施の影響と同様の利点が得られ

[0108] [第6の実施の形態]

【の109】図9は、本発明の第6の実施の形態によるミラーデバイスの単位素子を模式的に示す環路が面Gであり、図2に対応している。図9において、図1乃至図3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複する設別は省略する。

[0110]本実施の形態が、前記第1の実施の形態を異なる所は、因1中の支持部3 Aが図9に示す支持部23 Aで置き換えられ、図1中の支持部3B、3Cが図9に示す支持部23 Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ置き換えられている点のみである。支持部23 Aは薄膜浄性構造体を構成している。支持部23 Aは薄膜浄性構造体を構成している。

特開2003-5102 22 [0111] [G1及びG2に示す支持部3Aが1つの版 ばね部5のみを有しているのに対し、109に示す支持部 23Aは、互いに機械的に面列に接接された2つの設任 ね部24、25を有している。核ばお部24、25の各 々は、基板1の面の注線方向から見た平面視で直接技術 構成されている。 [0112] 2つの版ばお師24, 25がなす機械的な 接校ルートの一端部に相当する板はお師24の一端部 は、基板1上に形成された配線パターン8を介して基板 10 1から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部9を介して、

基度1に機械的に接換されている。2つの度ばお師24、25がな子機体的な接続ルートの色質に担当する 板は内部25の一端部は、当該端部から立ち上がる立ち上がり面を持つ侵入がして、ミラー2に機械的 に接触されている。本実端の形理では、後ばわぶ25の 他端部は、後ばおび24の大りで、ミラー2に機械的 に機構されている。本実端の形理では、後ばわぶ25の 他端部は、後ばおび25の はは機構して機管とすように、後ばわぶ24の仕事 部に機械的に接続されている。この後ばお師24の仕事 部に機械的な機構は、基度1個の後ばお師24、25 の端部の1つ機構めな機構は、基度1個の後ばお師24、26 の端部が1の端部から立と上が325上が50階を持つ機 核師26を介してミラー2両の板はお師25の端部に機 株的に接続されることにより、行われている。

[0113] 仮ばわ語24は、囚2中の仮ばわ語5と同じく、下回のSiN森6と上回のA1段7とがは確されたら、母の実験で構成されている。母師9は、板ばわ部24を構成するSiN族6及びA1膜7がそのまま延びることによって構成されている。

[0114] 一方、板圧的部25は、板圧的部24とは28の上下が逆になっており、下側のA1膜27と上側のSiN膜28とが頻隔れた2層の薄膜で構成されている。接続部26は、板径おれ28の薄膜で構成されている。接続部26は、板径お前26を構成する1膜27及び31放28がそのまま延びることによって構成してA1膜27に立気的に接続されている。 現権を集用するミラー2は、接続第10-板低お記25のA1膜27-板低的部25のA1膜27-板低的部26のA1膜27-板低的部24のA1膜7の上端の30A1膜7の上端がでは表別でして表別がカーン8に直流的に接続されている。

(0115) 板ばね節24は、 69に示すように、少なり くとも前記室動信号が供給されていない状態において、上方 (基度1と反対間)に戻っている。なお、 59は、 整動信号が供給されていない状態を示している。一方、 板ば和第24は、少なくと前記室製信号が供給されていない状態において、 板ば和第24は逆に、 近代神部24は 近にがに、 女実施の形態では、 近ば和第24、 25の反りの程度及び長さが同一とされ、 これに、 これに、 り、一端高が接供部10を介して、ラーとに機能がに接続されてがはれ前25の当該一端語が、基後1の面と時々半行となっている。もっとも、他の数定によっても、

-

校ばな部250当校一緒部を選校10周7略を平作にす

ることは可能である。 [0116]次に、本実施の形態によるミラーデバイスの製造方法の一側について、図10を参照して影明する。図10は、この製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す類略断面図であり、図9に対応している。図10において、図4中の販業と同一又は対応する販業には同一符号を付し、その重複する説明は省略する。

[0117]まず、図4を参照して説明した製造方法の図4 (b)までの工程と同様の工程を挺5 (図10

(a))。 ただし、膜6, 7をパターニングする際には、板ばわ加24の形状とする。

[0118]この状態の基板上の全面にスピンコート法等により機性層としてのポリイミド膜31を被容させ、接続節26のコンタクト節に応じた順口をフォトリンエッチング性により形成する。次に、板ば和部25及び接続部26の形状とする、スペンで、板ばれ部25及び接続部26の形状とする、スペンで、板ばれ部25及び接続部26のもう1つの層となるべき10膜28をP-CVD注等によりデポーた後、フォトリンエッチング社によりパターニングし、板ばれ部25及び接続部26の形状とする(図10はお部25及び接続部26の形状とする(図10は10部と

(b))。このとき、SiN膜28には、接続部10におけるコンタクト部に対応する箇所において関ロ28a

にスピンコート法等により犠牲層としてのポリイミド膜 みのポリイミド膜33を晶状に残すように、ポリイミド グによって残す関域を、ポリイミド膜33と近なりかつ ポリイミド膜33の大きさよりも大きくすることによっ て、ミラー2の立ち下がり部2bが形成されることとな なるレジスト32を塗布し、このレジスト32に、接続 イーにより形成する。次いで、この状態の基板上の全面 33を被着させ、ミラー2の円板部2aに応じた部分の 膜33の他の部分(接続部10のコンタクト部に応じた 開口の部分を含む)をフォトリソエッチング法により除 チング法によりパターニングし、ミラー2の形状とする (図10 (c))。このとき、A1膜34のパターニン [0119] 次に、この状態の基板上の全面に犠牲層と 部10のコンタクト部に応じた閉口をフォトリソグラフ 去する。その後、ミラー2及び接続部10となるべきA 1膜34を蒸着法等によりデポした後、フォトリソエッ

[0120] 最後に、この状態の基依を、ダイシングなどによりチップ毎に分割し、全ての犠牲圏、すなわち、レジスト12,32及びポリイミド膜31,33をアッシング法などにより除去する。これにより、図9に示すミーデバイスが完成する。

[0121] ところで、前述したように膜ら及び膜7の 成膜は、レジスト12, 3.2及びポリイミド膜31, 3 3を除去した際に仮ばわ節24が成隣時のストレスによ

SiN膜となっている点と、この連続した1つのSiN 膜に接続部46においてA1様7,27間をជ気的に接

20

版ばね部25の上回のSiN版28が、連続した1つの

って上方に反るような条件で、行う。前途したように限27及び模28の成版は、レジスト12、14及びボリイミド模13を除去した際に板ば和部25が成蹊時のストレスによって下方に反るような条件で、行う。前途したように、板は和部24、25の長さが同じであるので、類6と模28とで成版条件は同一とし、膜7と模27とで成成条件は同一とし、膜7と模27との反りの程度を同一にすることができる。

【0122】本実施の形態によっても、基本的には、前記第1の実施の形態と同様の利点が得られる。そして、本実施の形態によれば、板ばお節24,25の強節同士が、立ち上がり部を持つ接続間26分小して機格的で接続されているので、この存続によってもミサー2の高さを接ぐことができる。このため、ミラー2が比較的大きへても、ミラーの値き可能な角度をより大きくすることができる。また、本実施の形態によれば、接続即10をができる。また、本実施の形態によれば、接続即10をがしてミラー2と接続されている板はは部25の編即34を10回と略写行となっているので、接続節10にからあるためをは表することができる。

【6123】なお、図1中の支持部3Aを図9に示す支持師23Aで置き換える際に、脚部9及び接続部10の位置を逆にし、同様に、図1中の支持部3B, 3Cを図9に示す支持部23Aと同じ構造を持つ支持部でそれぞれ電き被える際に、即部9及び接続部10の位置を逆にしてもよい。また、図5中の支持部3A~3Cや図6中の支持部23A又はこれと同じ構造を持つ支持部で置き検えてもよい。

[0124] [第7の実施の形態]

【の125】図11は、本発用の第7の実施の形態によるミラーデバイスの単位業子を模式的に示す概略断面図であり、図2及び図9に対応している。図12は、図11中のEIF矢視図である。図11及び図12において、図1万至図3及び図9中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その直復する説明は省略す

【0126】本実施の形態が、前辺第1の実施の形態と 異なる所は、図1中の支持部3Aが図11及び図12に 示す支持部43Aで置き換えられ、図1中の支持部3 B, 3Cが図11及び図12に示す支持部43Aと同じ 構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ置き換えられ

未添を存し文存部(図水仕ず)でそれそればさ級入られている点のみである。支持部43人は薄膜弾性構造体をている点のみである。支持部43人は薄膜弾性構造体をしてして、 2012 (1012 に示す支持部23人と異なる所は、板ばれ部24,25の端部同土が、立ち上がりを持たない複統部46で接続的46で接続されている点と、板は和部24の下側の3:N膜6と

徐するための関ロが形成されている点のみである。接続第46は、この関ロの箇所及び前記連続したSiN模及びAI膜で、27が重なり合った部分となっている。

【0128】次に、本実施の形態によるミラーデバイスの製造方法の一個について、図13を毎別して設明する。図13は、この製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す概略新面図であり、図11に対応している。図13において、図4及び図10中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付している。

[0129]まず、図13 (a) に示すように、51路 近、ガラス基板等の基板1上に、電橋4a~4c、配数 パターン8及びその他の配数パターンとなるペきA1版 11を蒸落性等によりデポした後、フォトリソエッチン が近によりがインと、それらの形状とする。次 に、この状態の基板上の全面に微性層となるレジスト1 に、この状態の基板上の全面に微性層となるレジスト1 にしてして用口12aをフォトリングラフィーにより形 部に応じた周口12aをフォトリングラフィーにより形 の配ったして、板に打印25及び接続部46の下側の 層となるペきA1膜21で蒸落社等によりデポした後、 フォトリソエッテング法によりパターニングし、板ばね

【0131】この状態の基板上の全面にスピンコート法 接続部10のコンタクト部に応じた関ロをフォトリソエ ッチング法により形成する。次いで、この状態の基板上 ご犠牲層となるレジスト14を塗布し、ミラー2の円板 部2 a に応じた部分のみのレジスト14を晶状に残すよ うに、レジスト14の他の部分(接続部10のコンタク ト部に応じた関ロの部分を含む)をフォトリングラフィ 一により除去する。その後、ミラー2及び接続部10と なるべきAI膜15を蒸着法等によりデポした後、フォ トリソエッチング法によりパターニングし、ミラー2の 形状とする (図13 (c))。このとき、A1膜15の パターニングによって残す領域を、レジスト14と重な りかつレジスト14の大きさよりも大きくすることによ って、ミラー2の立ち下がり部2bが形成されることと 等により犠牲層としてのポリイミド膜13を被着させ、 (P))

40. 【0132】 最後に、この状態の基板を、ダイシングな

(14)

どによりケップ毎に分割し、全ての福柱屋、すなわち、 レジスト12、14及びポリイミド頃13をアッシング 造などにより除生する。これにより、図11及び図12 に示すミラーデバイスが完成する。 [0133]ところで、様7、模51及び度27の広段 は、レジスト12, 14及びポリイミド膜13を辞去し た際に、板ばわ部24が成蹊時のストレスによって上方 に反るともに板ばわ部25が成蹊時のストレスによっ て下方に反るような条件で、行う、本実施の形態では、

板ばわ部24, 25の戻さが同じであるので、膜7と膜27とで成様条件は同一とする。これにより、板ばわ部24, 25の反りの程度を同一にすることができる。[0134]本実施の形態によっても、基本的には、前

記労6の実施の形態と回接の利点が得られる。ただし、 本実施の形態では、校ばわ路24、25の路路回士が立 ち上がり部を持たない後接部46で接接されているの で、その分、校ばお路24、25の路路回士を立ち上が り間を持つ接続部26で接接する前記第6の実施の形態 に比べて、ミラー2の高さを寝ぐことができない。しか し、本実施の形態によるミラーデバイスの製造工程は、

20

加記第6の実施の形態によるミラーデバイスの製造工程に比べて大幅に簡略化される。 [0135] なお、図1中の支持部3Aを図11及び図 12に示す支持部43Aで置き換える際に、脚部9及び 接続部10の位置を逆にし、同様に、図1中の支持部3 B, 3Cを図11及び図12に示す支持部43Aと同じ 構造を持つ支持部でそれぞれ置き換える際に、脚部9及 収銭総部10の位置を逆にしてもよい。また、図5中の

支持部3A~3Cや図6中の支持部3A~3Cや図8中の支持部3A~ 2Cや図8 中の支持部3Aを、図11及び図12に示す支持部43A

又はこれと同じ構造を持つ支持部で置き換えてもよい。

の重複する説明は省略する。 [0138] 本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 異なる所は、図1中の支持部3 Aが図14に示す支持部 63Aで置き換えられ、図1中の支持部3B, 3Cが図 14に示す支持部63Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ産き換えられている点のみである。

9

特部63Aは海線神性構造体を構成している。 [0139] 因1及び図2に示す支持部3Aが1つの複ば対面5のみを有しているのに対し、図14に示す支持部63Aは、互いに機械的に直列に接続された3つの複ばが高5人も6を有している。核ばお部64~66の各々は、図14に示すように、基度1の面の注解方向から見た平面説で直線状に構成されている。

50 [0140] 3つの板ばね部64~66がなす機械的な

~66がなす機械的な接続ルートの他猫部に相当する板 ばね部66の一緒部は、当核緒部から立ち上がる立ち上 は、基板1上に形成された配線パターン8を介して基板 がり部を持つ接続部10を介して、ミラー2に機械的に 基板1に機械的に接続されている。3つの板ばね部64 1から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部9を介して、 後院ルートの一緒部に相当する板ばれ部64の一緒部 接続されている。

は、板ばね部64の他端部から立ち上がろ立ち上がり部 【0141】本実施の形態では、板ばね部65の一端部 機械的に接続されている。板ばね部66の他端部は、板 に接続されている。本実施の形態では、図14に示すよ うに、板ばね部64~66は、平面視でコ字状をなすよ 図2中の支持部3Aと同じ構造を持ち、上方へ反ってい る。接続部67,68はいずれも図2中の脚部9と同じ を持つ接続部67を介して板ばね部64の当核他端部に ばね部65の他端部から立ち上がる立ち上がり部を持つ 接続部68を介して板ばね部65の当該他端部に機械的 うに接続されている。板ばね部64~66はいずれも、

[0142] 本実施の形態によるミラーデバイスが、前 記第6の実施の形態によるミラーデバイスの製造方法に 饰じた方法により製造することができることは、言うま 構造を持っている。

の高さを稼ぐことができる。このため、ミラー2が比較 部64~66が平面視でコ字状をなしているので、板ば 的大きくても、ミラーの傾き可能な角度をより大きくす ることができる。また、本実施の形態によれば、板ばね 本実施の形態によれば、板ばね部64~66の端部同士 ね部64~66が占める基板1上の長さを抑えることが [0143] 本実施の形態によっても、基本的には、前 が、立ち上がり部を持つ接続部67,68を介して機械 的に接続されているので、この接続によってもミラー2 記第1の実施の形倣と同様の利点が得られる。そして、

66が上方に反っているので、一端部が接続部10を介 してミラー2に機械的に接続された板ばね部66の当該 [0144] 本実施の形版では、全ての板ばね部64~ 一緒部が、堪板1の画から比較的大きく傾く。 そのた め、接続部10にかかる応力が比較的大きい。

での構造として図9又は図10中の脚部9から接続部1 うに変形することが好ましい。 すなわち、図14中の脚 し、接続部68は除く)として図9又は図10中の脚部 9から接続部10までの構造(ただし、接続部10は除 [0145] そこで、本実施の形態を、例えば、次のよ 部9から接続部67に至る構造(ただし、接続部67は 除く)、として図9又は図10中の脚部9から接続部1 図14中の接続部67から接続部68までの構造(ただ く)を採用し、図14中の接続部68から接続部10ま 0までの構造 (ただし、接続部10は除く)を採用し、

近の板ばね部が基板1の面と略平行となるので、接続部 0までの構造を採用する。この場合には、接続部10付 10にかかる応力を低減することができる。

4に示す支持部63A又はこれと同じ構造を持つ支持部 支持部63Aで置き換える際に、脚部9及び接続部10 九ぞれ置き換える際に、脚部9及び接続部10の位置を 逆にしてもよい。また、図5中の支持部3A~3Cや図 の位置を逆にし、同様に、図1中の支持部3B,3Cを 図14に示す支持部63Aと同じ構造を持つ支持部でそ 6中の支持部3A~3Cや図8中の支持部3Aを、図1 [0146] なお、図1中の支持部3Aを図14に示す で置き換えてもよい。

[0147] [第9の実施の形態]

【0148】図15は、本発明の第9の実施の形態によ るミラーデバイスの単位素子の支持部73Aを模式的に 示す概略平面図である。図15において、図1乃至図3 中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、 その重複する説明は省略する。

15に示す支持部73Aと同じ構造を持つ支持部(図示 異なる所は、図1中の支持師3Aが図15に示す支持部 せず)でそれぞれ置き換えられている点のみである。支 【0149】本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 73Aで置き換えられ、図1中の支持部3B, 3Cが図 **時部73Aは薄膜弾性構造体を構成している。**

ばね部74,75を有している。板ばね部74,75の 【0150】図1及び図2に示す支持部3Aが1つの板 各々は、図15に示すように、基板1の面の法線方向か ら見た平面視で曲線状に (具体的には、C字状) に構成 **節73Aは、互いに機械的に直列に接続された2つの板** ばね部5のみを有しているのに対し、図15に示す支持

は、基板1上に形成された配線パターン8を介して基板 [0151] 2つの板ばね部74,75がなす機械的な 1から立ち上がる立ち上がり部を持つ脚部9を介して、 接続ルートの一緒部に相当する板ばね部74の一緒部

4, 75がなす機械的な接続ルートの他端部に相当する 仮ばね部75の一幅部は、当該端部から立ち上がる立ち 上がり部を持つ接続部10を介して、ミラー2に機械的 基板1に機械的に接続されている。2つの板ばね部7 に接続されている。

6

【0152】本実施の形態では、板ばね部75の他端部 は、板ばね部75が板ばね部74の長さ方向を円状に延 長して継ぎ足すように、板ばね部74の他端部に機械的 に接続されている。板ばね節74,75はいずれも、上 方へ反っている。したがって、板ばね部74,75が全 体としてなす形状は、基板1の面の法線方向から見た平 面視で円形状となる螺旋状である。

[0153] 本実施の形態によるミラーデバイスが、前 記第6の実施の形態によるミラーデバイスの製造方法に 準じた方法により製造することができることは、言うま

でもない。本実施の形態によっても、前記第8の実施の 形態と回様の利点が得られる。

5 に示す支持部73 A又はこれと同じ構造を持つ支持部 支持部73Aで置き換える際に、脚部9及び接続部10 の位置を逆にし、同様に、図1中の支持部3B,3Cを れぞれ置き換える際に、脚部9及び接続部10の位置を 逆にしてもよい。また、図5中の支持部3A~3Cや図 【0154】なお、図1中の支持部3Aを図15に示す 図15に示す支持部73Aと同じ構造を持つ支持部でそ 6中の支持部3A~3Cや図8中の支持部3Aを、図1 で置き換えてもよい。

【0156】図16は、本発明の第10の実施の形態に よるミラーデパイスの単位素子の支持部83Aを模式的 [0155] [第10の実施の形態]

に示す模略断面図である。図16において、図1乃至図 3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

異なる所は、図1中の支持部3Aが図16に示す支持部 83Aで置き換えられ、図1中の支持部3B,3Cが図 16に示す支持部83Aと同じ構造を持つ支持部(図示 せず) でそれぞれ置き換えられている点のみである。支 【0157】本実施の形態が、前記第1の実施の形態と 持部83Aは薄膜弾性構造体を構成している。

20

[0158] 図1及び図2に示す支持部3Aが1つの板 ばね部5のみを有しているのに対し、図16に示す支持 部83Aは、互いに機械的に直列に接続された4つの板 ばね節84,85,94,95を有している。囚16に 上がり部を持つ接続部86,99,96を介して機械的 接結部86及び板ばね部85からなる部分の構造、及び 図16中の接続部99、板ばね部94、接続部96及び 板ばね部95からなる部分の構造はそれぞれ、図9中の 脚部9、板ばね部24、接続部26、板ばね部25から 5, 94, 95が全体としてなす形状は、全体を図16 中の紙面に垂直な方向から見た側面視で、「く」の字状 示すように、これらの板ばね部の所定の端部同士が立ち に接続されている。図16中の時部9、板ばね部84、 なる部分の構造と全く同一である。板ばね部84.8 となっている。この部分を平面視すると一直線状をな

ラー2に機械的に接続された板ばね部95の当該一端部 【0159】本実施の形態では、ミラー2の高さHが変 「く」の中状の構造によって、ミラー2の高さHの変化 が板ばね部84,85,94,95の複みの変化のみに 変換されている。また、本実施の形態では、一端部がミ 化しても、一端部が脚部9を介して基板1に機械的に接 統された板ばね部84の当数一緒部と、一緒部がミラー が、常に、基板1の面の法線方向から見た平面視で略々 (接続部10付近の端部)、及び、板ばね部84,8 同じ位置に位置する。換音すると、本実施の形態では、 2に機械的に接続された板ばね部95の当該一端部と

特開2003-5102 9

5,94,95がなす前記周面説の形状の好り返し点部 部)が、基板1の面と略々平行となる。本実施の形態で はこのように略々平行となるように、板ばね部84,8 5,94,95の各々の反り方向及び長さが設定されて に抽当十名板はお部85の経部(仮統部99件近の経 いろのである。 [0160] したがって、本実施の形態によれば、前記 接続部10に対する負担がほとんどなくなるという利点 第1の実施の形態と同様の利点が得られるのみならず、 も得られる。 2

の位置を図1中の符号9の位置及び符号10の位置のい 6に示す支持部83Aと同じ構造を持つ支持部でそれぞ 九四き換える際にも同様である。また、囚5中の支持部 支持部83Aで置き換える際に、即部9及び接続部10 3A~3Cや図6中の支持部3A~3Cや図8中の支持 部3Aを、図16に示す支持部83A又はこれと同じ構 造を持つ支持部で置き換えてもよい。これらの点は、後 [0161] なお、図1中の支持部3Aを図16に示す ずれにしてもよいし、囚1中の支持部3B,3Cを囚1 述する第11の実施の形態についても回様である。

[0162] [第11の実施の形態]

よるミラーデバイスの単位素子の支持部93Aを模式的 に示す概略断面図である。 図17において、図1乃至図 [0163] 図17は、本発明の第11の実施の形態に 3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

せず)でそれぞれ置き換えられている点のみである。支 異なる所は、図1中の支持部3Aが図17に示す支持部 93Aで置き換えられ、図1中の支持部3B,3Cが図 17に示す支持部93Aと同じ構造を持つ支持部 (図示 【0164】本実施の形態が、前記第1の実施の形態と

30

持部93人は灌膜弾性構造体を構成している。

図17に示すように、これらの板はね部の所定の猛部回 ばね部5のみを有しているのに対し、囚17に示す支持 部93Aは、互いに機械的に直列に接続された4つの板 [0165] 図1及び図2に示す支持部3Aが1つの板 ばね部184, 185, 194, 195を有している。

板ばね部184、接検部186及び板ばね部185から なる部分の構造、及び、囚17中の接続部199、板ば **わ部194、複枝部196及び板ばね部195からなる** 部分の構造は、それぞれ、図11中の脚部9、板ばね部 24、接続部46、板ばね部25からなる部分の構造と 全く同一である。板ばね部184,185,194,1 土が立ち上がり部を持つ接続部186,199,196 を介して機械的に接続されている。 囚17中の即部9、

\$

【0166】本実施の形態によっても、前記第10の実 る。この部分を平面視すると一直破状をなす。 福の形類と四数の担点が沿られる。

9.5が全体としてなす形状は、全体を図1.7中の紙面に 垂直な方向から見た宮西说で、「く」の午状となってい

S

入する「く」の字状の構造部分は、図16又は図17の [0167] ところで、前記第10及び第11の実施の 95又は195との間に接続すればよい。この場合、挿 な場合には、板ばね部が全体としてなす形状は、各部分 ごとに適宜の所定方向から見た側面視で「くの字状」の 形態では、板ばね部が全体としてなす形状は、衂面視で 図16又は図17中の「く」の字状部分の構造を機械的 に直列に2つ以上連続させてもよい。例えば、2つ連続 させる場合には、図16又は図17において、ミラー2 の高さを上げ、脚部9から板ばね部までに至る構造と同 じ構造を、接続部10と図16又は図17中の板ばね部 任意の角度回転させた位置に配置してもよい。このよう 脚部9及び接続部10を通る基板1の面の法線回りに、 1つの「く」の字状をなすものであった。本発明では、 単統形状となる。

図3中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。図18において、脚 よるミラーデバイスの単位素子の支持部103Aを模式 的に示す姫略平面図である。図18において、図1乃至 【0169】図18は、本発明の第12の実施の形態に 部9は、接続部10と重なって見えているが、接続部1 [0168] [第12の実施の形態] 0より紙面奥側に存在する。

異なる所は、図1中の支持部3Aが図18に示す支持部 103Aで置き換えられ、図1中の支持部3B, 3Cが 【0170】本実施の形態が、前記第1の実施の形態と (図示せず) でそれぞれ置き換えられている点のみであ 5. 支持部103Aは薄膜弾性構造体を構成している。 図18に示す支持部103Aと同じ構造を持つ支持部

[0171] 図1及び図2に示す支持部3Aが1つの板 部103Aは、互いに機械的に直列に接続された8つの 図18中の接続部111、板ばね部112、接続部 板ばわ部104, 106, 108, 110, 112, 1 に、これらの板ばね部の所近の猛害回士が立ち上がり部 を持つ接続部107,111,115及び立ち上がり部 8、接続部109及び板ばね部110からなる部分の構 113及び板ばね部114からなる部分の構造、図18 中の接続部115、板ばね部116、接続部117及び 5からなる部分の構造と全く同一である (図9中の対応 構造と同一にしてもよい。)。 前記8つの板ばね部が全 体としてなす形状は、基板1の面の法線方向から見た平 ばね部5のみを有しているのに対し、図18に示す支持 14, 116, 118を有している。図18に示すよう を持たない後税部105,109,113,117を介 して機械的に接続されている。図18中の脚部9、板ば **ね部104、接続部105及び板ばね部106からなる** 仮ばれ部118からなる部分の構造は、それぞれ、図1 1中の脚部9、板ばね部24、接続部46、板ばね部2 部分の構造、図18中の接続部107、板ばね部10

つの板ばね部がなす機械的な接続ルートは、この法線方 向の回りに1周しているだけであるが、1周以上周回す 【0172】本実施の形態では、ミラー2の高さが変化 同じ位置に位置する。また、本実施の形態では、一端部 がミラー2に機械的に接続された板ばね即118の当該 一端部 (接続部10付近の端部) が、基板1の面と略々 平行となる。本実施の形態ではこのように略々平行とな るように、各板ばね部の反り方向及び長さが設定されて しても、一端部が脚部9を介して基板1に機械的に接続 された板ばれ部104の当該一端部と、一端部がミラー 2に機械的に接続された板ばね部118の当該一緒部と が、常に、基板1の面の法線方向から見た平面視で略々

[0173] したがって、本実施の形態によっても、前 記第10及び第11の実施の形像と同様の利点が得られ

[0174] [第13の実施の形態]

図である。図21は、図20中のO-A級に沿った頓略 **英面因である。図面には示していないが、図20中のO** -B級に沿った概略斯面図及び図20中のO-C級に沿 った概略断面図は、図21と同様となる。図20及び図 る要素には同一符号を付し、その重複する説明は省略す 【0175】図20は、本発明の第13の実施の形態に よるミラーデバイスの単位素子を模式的に示す概略平面 21において、図1乃至図3中の要素と同一又は対応す 5。なお、以下の説明において、上下は、図21に従う ものとする。 20

【0176】本実施の形態が前記第1の実施の形態と異 なる所は、以下に説明する点のみである。

【0177】前記第1の実施の形態は、ミラー2を模動 1上の電極4a, 4b, 4cとの関で作用させるように させるための駆動力としての静電力を、ミラー2と基板 構成されていたのに対し、本実施の形態では、前記駆動 カとしての**静電力を各支特部3A~3Cの板ばね部**5と 基板1との間で作用させるように構成されている。

が、基板1との間に静電力を作用させるための電極とな っている。本実施の形骸では、ミラー2の接続部10と [0178] すなわち、本実施の形態では、基板1上の 基板1としてSi基板が用いられ、基板1が前記静電力 を発生させるための固定側の共通電極となっている。一 方、各支持部3A~3Cの板ばね部5の上側のA1膜7 A 1 膜7 との間にはSiN膜等の絶線膜303が形成さ **孔極4a, 4b, 4c (図1参照) が除去されている。** れており、ミラー2は静電力の発生に寄与しない。

【0179】 基板1上にはSiN等の絶縁膜301が形 式されているが、各支持部3A~3Cの板ばね部5のA 方の電極であるA1膜7と対向する他方の電極となって 1膜7の下側には、絶縁膜301は形成されていない。 **基板1における板ばね部5のA1膜7の下側部分が、**

8

が電気的に接触しないようにするための絶縁隔としての いる。なお、基板1としてSi基板の代わりにガラス基 板を用いて、AI膜7の下の対向するガラス基板の部分 板ばね部5の下側のSiN膜6は、A1膜7と基板1と に固定側の気極を形成してもよい。本実施の形態では、

302は、絶縁膜301上に形成されており、基板1に 対して電気的に絶縁されている。各支持部3A~3Cの 配級パターン302は互いに絶縁されており、各支持部 [0180] A1版7点、存得9においてSiN版6に 形成された関ロを介して配殺パターン302 (図20で は図示省略)に電気的に接続されている。配線パターン 3A~3Cの板ばね部5のA1膜(電極) 7には、各支 持部3A~3Cの配線パターン302を介して、それぞ れ互いに独立して、基板1との間に、任意のレベルの電 圧を印加できるようになっている。

になっている。各支持部3A~3CのA1膜7の電極に 印加される電位のレベルに応じた大きさの静電力が、各 [0181] 本実施の形態では、基板1が接地され、支 特部3A~3Cの板ばね部5のA1膜7にそれぞれ独立 して、基板1を基準とした任意の電位を印加できるよう 支持部3A~3Cの板ばね部5のA1膜7と、当該A1 膜7との基板1の対向部分との間に、作用する。

20

と基板1との間隔は脚部9に近い方が狭いことから、脚 うち脚部9に近い部分から、順次基板1へ引き寄せられ 5のパネカ(仮元力)と静電力が平衡した状態で板パネ 【0182】静電力の大きさは、電極間の距離の2乗に 部9により近い方が静電力もより大きく、板パネ部5の ていき、板パネ部5が変形していく。そして、板パネ部 5には、ミラー2を介して他の支持部の2つの板パネ部 5が接続されているので、当然、静電力と当該板パネ部 部5の変形も停止して、ミラー2が傾く。当該板ばね部 5との平衡状態には他の2つの板パネ部5のパネカ(復 元力) も影響する。したがって、各支持部3A~3Cの 板ばね部5のA1膜7(電極)に印加される基板1を基 反比例するので、図21において板ばね部5のA1膜7 準とした電位レベルが、ミラー2の傾きの方向及び傾き 量を決定する駆動信号となっている。

30

[0183] 本実施の形態によるミラーデバイスが、前 記第1の実施の形態によるミラーデバイスの製造方法に 準じた方法により製造することができることは、ほうま

ŝ

【0184】本実施の形態によっても、前記第1の実施 用するので、基板1上の電極48~4cとミラー2との の形態と同様の利点が得られる。また、本実施の形態で は、板ばね部5のA1膜7と基板1との間で静電力が作 **電極間距離を狭くすることができる。したがって、本実** 間で静電力が作用する前記第1の実施の形態に比べて、 福の形態では、岳亀力でミラー2を撃動する(すなわ ち、傾ける)ことができる。

[0185] [第14の実施の形成]

特国2003-5102

れより下側(基板1個)の部分を模式的に示す概略平面 ている。図面表記の便宜上、図22において、一部の要 森については想像線で示している。 囚23は、本発用の [0186] 囚22は、本発明の第14の実施の形態に よるミラーデパイスの単位楽子の、中間仮310及びそ 図であり、図24乃至囚26中のGー J 矢視囚に相当し 第14の実施の形態によるミラーデバイスの単位素子

である。 図26は、 図22及び図23中のX3-X4級 図24乃至図26中のK-1矢視図に相当している。図 2 4 は、図2 2 及び図2 3 中のX 1 - X 2 接に沿った概 略斯面図である。図25は、図22及び図23中の0-A級(図20中のO-A級に対応)に沿った貿易が国国 (ミラー2を除く)を模式的に示す概略平面図であり、 い治した政略を国囚である。

の、中間板310より上側(基板1と反対側)の部分

2

[0187] 図22乃至図26において、図20及び囚 2.1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

[0188] 本実施の形態が、前記第13の実施の形態 と異なる所は、図20中の支持部3Aが図22乃至図2 6に示す支持部313Aで置き換えられ、図20中の支 持部3B, 3Cが図22乃至図26に示す支持部313 Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ置き 機えられている点と、基板1上の全面に渡りSiN等の 絶縁膜311が形成され、絶縁膜311上に互いに電気 的に絶縁された配線パターン312a~312c及び基 仮1側の電極としてのA1膜320a, 320cなどが 形成されている点のみである。支持部313Aは薄膜弾 性構造体を構成している。

【0189】支持部313Aは、基本的に図17に示す 前記第11の実施の形態によるミラーデバイスの支持部 93Aと同様の構造を持ち、この構造を、ミラー2を傾 動させるための駆動力としての静電力を各板ばね部31 4, 315, 324, 325に作用させるように、変形 したものである。

同様である。A1膜は導塩性薄膜である。両者が主とし ている点と、これに伴い、図17中の群部9に対応する [0190] EITAR314, 315, 324, 325 は、図17中の板ばね部184, 185, 194, 19 5にそれぞれ対応しており、機械的な接続関係、A1段 とSiN膜との上下関係、反り具合、長さの設定などは て異なる所は、各板ばね部314,315,324,3 25の各一部を構成する各A1膜が幅方向に3分割され 3つの脚部9 a ~ 9 c、図1 7中の接続部186に対応 する3つの接続節346 a~346 c、囚17中の接続 図17中の後枝節196に対応する3つの後枝節356 a~356c、及び、囚17中の接続部10に対応する 第199に対応する3つの技統第319a~319c. 3つの接続部10 a~10 cが散けられている点であ

20

面視で正方形となる螺旋状である。本発明では、前記8

8

[0192] 脚部9aは、板ばね部314を構成するS においてSiN膜361に形成された関ロを介して配線 パターン312 aに電気的に接続されている。脚部9 b 膜362bがそのまま延びることによって構成されてい る。A1版362bは、脚部9bにおいてSiN膜36 1 に形成された関ロを介して配線パターン312 b に電 構成するS i N膜3 6 1及びA 1 膜3 6 2 c がそのまま を介して配線パターン312。に電気的に接続されてい 層された2層 (ただし、A1膜362a~362cが形 i N膜3 6 1及びA 1膜3 6 2 a がそのまま延びること によって構成されている。AI膜362aは、脚部9a は、板ばね部314を構成するSiN膜361及びAl 気的に接続されている。即部9cは、板ばね部314を は、母哲9cにおいてSiN膜361に形成された関ロ と上側の3分割されたA 1 膜3 6 2 a ~3 6 2 c とが積 [0191] 板ばね部314は、下側のSiN膜361 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 **延びることによって構成されている。A1膜362c**

a, 366cに比べて幅狭に形成されている。

[0193] A1膜362a, 362cは、これらを有 する板ばね部314に静電力を作用させるための電極と なっている。A1膜362bは、ミラー2及び後述する 中間板310の電位を所定電位にするための単なる配線 パターンとなっており、A1膜362a,362cに比 **くて幅狭に形成されている。** [0194] なお、板ばね部314のSiN膜361と 1 つのS i N膜となっているので、図22ではその連続 後述する板ば扣部315のSiN膜364は、連続した [0195] 板ばね部315は、下側の3分割されたA した1つのSiN膜を符号305で示している。

分となっており、接続部346bにおいてSiN膜30 62a, 363a間が電気的に接続されている。接続部 346bはA1膜362b,363bが重なり合った部 6 cはA1膜362c, 363cが重なり合った部分と なっており、接続即346cにおいてSiN膜305に 1膜363a~363cと上側のSiN膜364とが積 層された2層(ただし、A1膜363a~363cが形 接続部346mはA1膜362m,363mが重なり合 った部分となっており、接続部346aにおいてSiN 膜305に形成された開口347aを介して、A1膜3 り,3635間が電気的に接続されている。接続部34 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 5に形成された開口347bを介して、A1膜362 形成された開口347cを介して、AI膜362c, 63 c 間が電気的に接続されている。

中間板310の電位を所定電位にするための単なる配級 なっている。AI膜363bは、ミラー2及び後述する [0196] A1膜363a, 363cは、これらを有 する板ばね部315に静電力を作用させるための電極と

パターンとなっており、A1膜363a, 363cに比 **人た幅狭に形成されている。** [0197] 板ばね部324は、下側のSiN膜365 と上回の3分割されたA1膜366a~366cとが積 層された2層 (ただし、A1膜366a~366cが形 A1膜366a, 366cは、これらを有する板ばね部 A1膜366bは、ミラー2の電位を所定電位にするた 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 324に静電力を作用させるための電極となっている。 めの単なる配線パターンとなっており、A1膜366

315のA1膜363bと電気的に接続されている。な a も含めて全体が導電性薄膜としてのA 1 膜で構成され ており、板ばね部315との間及び板ばね部324との 間板310は、先の説明からもわかるように、板ばね部 お、本実施の形態では、中間板310には、接続部31 9 a 及び接続部319cを逃げる逃げ孔310b, 31 対の板ばね部315,324間に介在している。具体的 間に駆動信号に応じた静電力を作用させる電極部となっ ている。また、本実施の形態では、中間板310は板ば ね部315,324間のちょうど其ん中付近に配置され ている。もっとも、中間板310の構成や配置は、必ず しも前述した構成や配置に限定されるものではない。中 a, 366aを、それぞれ有している。そして、本実施 が、前記一対の板ばね部315,324の互いに機械的 9 b に対応する一緒国の箇所に、カップ状に立ち下がっ た基部310aを有し、この基部310aが、接続部3 196とA1膜363の板ばね部315から延びた部分 との間に固定されている。中間板310は、基部310 【0198】前述した説明からわかるように、一対の板 ばわ部315,324は、それらの端部同士が接続部3 198~319cにより機械的に接続されて、互いに対 向している。これらの板ばね部315,324は、当該 饭ばね部315,324にそれぞれ駆動信号に応じた静 電力を作用させるための電極部としての、A1膜363 の形態では、電極部を有する板状部として中間板310 に接続された婚部に対して機械的に接続されて、前記一 には、本実施の形態では、中間板310は、接続部31 0 c がそれぞれ形成されている。

ることによって構成されている。A1酸366aは、投 売部319aにおいてSiN膜365に形成された関ロ を介して板ばね部315のA1膜363aに電気的に接 院されている。接続部319bは、板ばね部324を構 成するS i N膜3 6 5及びA I 膜3 6 6 b がそのまま延 後述するA1膜からなる中間板310の基部310gを [0199] 接統部319aは、板ば和部324を構成 するS i N膜3 6 5 及びA 1 膜3 6 6 a がそのまま延び **介して、板ばね部315の一緒部に固定されている。A** 1膜366bは、接続部319bにおいてSiN膜36 **びろことによって構成されている。接続部319bは、**

5に形成された関ロを介して中間板310の基部310 aに電気的に接続され、この基部310aを介して、A | 膜363 | に電気的に接続されている。接続部319 sは、板ばね部324を構成するSiN膜365及びA N膜365に形成された関ロを介して板ばね部315の 1 膜3 6 6 cがそのまま延びることによって構成されて いる。A1膜366cは、接続部319cにおいてSi A1膜363cに

位気的に接続されている。

5板ばね部325のSiN膜368は、連続した1つの SiN膜となっているので、図23ではその連続した1 [0200] 板ばね部324のSiN膜365と後述す つのSiN膜を符号306で示している。

接続部356aはA1膜366a, 367aが重なり合 66a,367a間が電気的に接続されている。接続部 356bはA1膜366b, 367bが重なり合った部 分となっており、後続部356bにおいてSiN膜30 なっており、後統部356cにおいてSiN膜306に b,367b間が低気的に接続されている。接続部35 形成された開口357cを介して、A1膜366c,3 1 膜367a~367cと上側のSiN膜368とが穏 **層された2層(ただし、A1膜367a~367cが形** った部分となっており、接続即356aにおいてSiN **模306に形成された開口357aを介して、A1膜3** 6 cはA1膜366c, 367cが重なり合った部分と [0201] 板ばね部325は、下側の3分割されたA 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 6に形成された関口357bを介して、A1膜366 67 c間が真気的に接続されている。

[0202] 接続部10a, 10cは、板灯ね部325 のSiN膜368上にそれぞれ固定されており、ミラー 2は、SiN膜368によって、板ばね部325のAl 膜367g,367cに対してそれぞれ祖気的に絶縁さ れている。一方、接続部10bは、SiN膜368に形 成した開口を介して、板ばね部325のA1膜367b 上に固定され、ミラー2は、A1膜367bに重気的に 接続されている。これにより、ミラー2は、板ばね師3 2 5 が有する電極としてのA 1 膜3 6 7 a ,3 6 7 c と の間に静電力を生じさせる電極として、兼用されてい

膜362a,362cの下方における対向箇所には、基 【0203】また、板ばね部314のជ極としてのA1 を介して、配線パターン3125に対して電気的に接続 されている。なお、A1膜320a, 320cは分離せ 板1上の絶縁膜311上に、A1膜362a, 362c A1膜320a, 320cは、図示しない配線パターン A1膜320a, 320bがそれぞれ形成されている。 との間にそれぞれ静電力を生じさせる電極部としての、 ずに連続的に形成してもよい。

ン312aに対して、A1膜362a, 363a, 36 【0204】以上の説明からわかるように、配線パター

b, 367b, 320a, 320c, 中間板310及び なる。さらに、これらとは私気的に独立して、配扱パタ 66c、367cが私気的に接続されており、これらが 同電位となる。なお、配線パターン312a, 312c 6a,367aが紅気的に接続されており、これらが同 位位となる。これとは心気的に独立して、配扱パターン 312bに対して、A1膜362b, 363b, 366 ミラー2が個気的に接続されており、これらが同句位と -ン312cに対して、A1膜362c, 363c, 3 間は私気的に接続しておいてもよい。

は、それぞれ互いに独立して、任我のレベルの電圧(す **【0205】各支持部313A~313Cの配設パター** ン3125と配袋パターン312*. 312cとの国に なわち、駆動信号)を印加できるようになっている。

3A~313Cの配線パターン312もが接地され、各 312a, 312cに同氧位であるが任意のレベルの名 **支持部313A~313C毎に独立して、配線パターン** [0206] 本実施の形態では、例えば、各支持部31 位を印加できるようになっている。

接続関係が構築されていることから、板ばね即314の **祖極としてのAI膜362a,362c(+V1)と茲** V) との間、板ばね部315の塩極としてのA1膜36 [0207] 今、支持部313Aにおいて、配扱パター ン312bの配位を0V、配線パターン312a, 31 2 cの程位を+V1にしたとすると、前述した電気的な 板1上の電極としてのA1膜320a, 320c (0 20

作用し、中間仮310と板ばね部324との間に第3の 静電力が作用し、板ばね部325とミラー2との間に第 3a, 363c (+V1) と中間板310 (0V) との 間、中間板310 (0V) と板ばね部324の電極とし れ配位差(電圧) + V 1が印加される。したがって、板 板ばね部315と中間板310との間に第2の静なわが 4の静電力が作用する。なお、図24及び図26におい び、板ばね部325の電極としてのA1膜367a, 3 67 c (+V1) とミラー (OV) との間には、それぞ ばね部314と基板1との間に第1の静電力が作用し、 てのA1膜366a,366c(+V1)との間、及

て、静電力が作用する箇所を示す思い矢印を付してい

[0208] これらの砂電力により、前記第13の実施 4,325が開帰の狭い部分から騒吹引き寄せられてい き、支持部313Aが変形していき、静電力と板ばね部 314, 315, 324, 325のパネカ (復元力) が 本実施の形態では、前述した各対向電極となる部分間の 位置関係及び面積がほぼ同一に設定されているので、前 たがって、国孫の狭い部分から風衣引き寄せられていく の形態の場合と回接に各板ばね部314,315,32 均衡すると、支持節313Aの変形が停止する。 なお、 記第1乃至第4の静電力の大きさはほぼ同じである。

20

様子も4ヶ所でほぼ阿様になる。

【0209】本実施の形態によるミラーデバイスが、前 記算7の実施の形態によるミラーデバイスの製造方法に 準じた方法により製造することができることは、讃うま

することができる。したがって、本実施の形骸では、低 **電力でミラー2を駆動する (すなわち、傾ける) ことが** できる。さらに、本実施の形像によれば、前記第1乃至 第4の静電力の大きさはほぼ同じであるので、間隔の狭 い部分から順次引き寄せられていく様子も4ヶ所でほぼ **同様になることから、接続部10g,10b,10cに** 【0210】本実施の形態によっても、前記第11の態 上の電極48~4cとミラー2との間で静電力が作用す る前記第11の実施の形態に比べて、配極間距離を狭く 前述した第1乃至第4の静電力が作用するので、基板1 様と同様の利点が得られる。また、本実施の形態では、 対する負担がほとんどなくなる。

9

しても、ミラー2が上下動するのみで、傾かない。この ミラー2を1つの支持部で支持すると、駆動信号を供給 傾かせるときには支持部を2つ以上、ミラー2を3次元 【0211】なお、本実施の形態のような支持部の構造 を採用する場合、図8に示す第5の実施の形態のように ため、ミラー2を傾かせる場合、ミラー2を1次元的に 的に傾かせるときには支持部を3つ以上、散けることが

[0212] [第15の実施の形態]

図27において、一部の敷薬については想像様で示 よるミラーデバイスの単位素子の、下側(基板1側)の 部分を模式的に示す概略平面図であり、図29乃至図3 回)の部分(ミラー2を除く)を模式的に示す概略平面 図であり、図29乃至図31中のP-Q矢視図に相当し ている。図29は、図27及び図28中のX5-X6線 に治った概略断面図である。図30は、図27及び図2 8中の0-A袋 (図20中の0-A袋に対応) に沿った 【0213】図27は、本発明の第15の実施の形態に している。図28は、本発明の第15の実施の形態によ 頓略斯面図である。図31は、図27及び図28中のX るミラーデバイスの単位素子の、上側(基板1と反対 1中のM-N矢視図に相当している。図面表記の便宜 7-X8様に沿った觀點が用図らせる。

[0214] 図27乃至図31において、図20及び図 2.1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。

40

的に絶縁された配線パターン412a, 412b及び基 **換えられている点と、基板1上の全面に渡りSiN等の** 絶縁膜411が形成され、絶縁膜411上に互いに電気 【0215】本実施の形態が、前記第13の実施の形態 1に示す支持部413Aで置き換えられ、図20中の支 持部3B, 3Cが図27乃至図31に示す支持部413 Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ置き と異なる所は、図20中の支持部3Aが図27乃至図3

5点のみである。支持部413Aは薄膜弾性構造体を構 板1回の電極としてのA1版420などが形成されてい

乾焔の形倣では中間板310を用いているのに対し、本 b、ミラー2を傾動させるための駆動力としての静電力 を板ばね部に作用させる点で共通するが、前記第14の [0216] 本実施の形態も前記第14の実施の形態 長施の形態は中間板310を用いないものである。

1の実施の形態によるミラーデバイスの支持部93Aと 同様の構造を基本構造とし、これに板ばね部の並列的な 機械的接続構造も取り入れ、この構造を、ミラー2を傾 助させるための駆動力としての静電力を各板ばね部40 1~408のうちの所定のものに作用させるように、構 [0217] 支持部413Aは、図17に示す前記第1 **或したものである。**

[0218] 2つの板ばね部401,402と2つの板 7,408とは機械的に並列的に接続されているが、2 ばね部403,404とは機械的に並列的に接続され、 2つの板ばね部405,406と2つの板ばね部40 つの板ばね部401,402及び2つの板ばね部40

ぞれ対応し、2つの板ばね部405,406及び2つの 195にそれぞれ対応し、並列的な機械的接続関係を除 後続部433,435はそれぞれ図17中の接続部18 3,404は図17中の板ばね部184,185にそれ くその他の機械的な接続関係、A1膜とSiN膜との上 **F関係、反り具合、長さの設定などは同様である。脚部** 6に対応し、接続部437,439はそれぞれ図17中 の接続部196に対応し、接続部10d, 10eはそれ 版ばね節407,408は図17中の板ばね節194, 431,432はそれぞれ図17中の阿部9に対応し、 ぞれ図17中の接続部10に対応している。

と上側のA1膜452とが積層された2層の薄膜で構成 れている。A1様452は、脚部431においてSiN [0219] 板ばね部401は、下側のSiN膜451 されている。A1膜452は、これを有する板ばね即4 0.1に静電力を作用させるための電極となっている。脚 第431は、板ばね部401を構成するSiN膜451 及びA1膜452がそのまま延びることによって構成さ 膜451に形成された関ロを介して配線パターン412 a に包気的に接続されている。

L、後述する板ば扣邸402, 403, 404のSiN **虞454, 455, 458と、後述する接続部441を** 構成するSiN膜は、連続した1つのSiN膜となって いるので、図27ではその連続した1つのSiN膜を符 [0220] なお、板ばね部401のSiN膜451 号498で示している。

02に静電力を作用させるための電極となっている。接 [0221] 板ばね部402は、下回のA1膜453と 上側のSiN膜454とが積層された2層の薄膜で構成 されている。A1膜453は、これを有する板ばね部4

続部433はA1膜452,453が重なり合った部分 となっており、接続節433においてSiN툕498に **形成された関ロ434を介して、A1模452,453** 間が電気的に接続されている。

においてSiN膜455に形成された関ロを介して配線 [0222] 板ばね部403は、下回のSiN膜455 と上回のA1膜456とが積層された2層の薄膜で構成 されている。脚部432は、板ばね部403を構成する SiN膜455及びA1膜456がそのまま延びること によって構成されている。A1膜456は、即部432 パターン4126に電気的に接続されている。

[0223] 板ばね部404は、下側のA1膜457と 上回のSiN膜458とが積層された2層の薄膜で構成 されている。 AI膜457は、これを有する板ばね部4 04に静電力を作用させるための電極となっている。接 統部435はA1膜456,457が重なり合った部分 となっており、接続節435においてSiN膜498に 形成された開口436を介して、A1段456,457 間が和気的に接続されている。

[0224] 板ばね節402における接続節433と反 対回の端部と、板ばね節404における接続節435と 反対回の福部とは、接続部441により機械的に接続さ れている。接続部441は、板ばね部402を構成する SiN膜454及び板ばね節404を構成するSiN膜 458がそのまま延びることによって、平板状に構成さ れている。接続部441の全周に渡って立ち下がり部4 418が形成され、これにより後校部441の剛性が高

と上側のA1酸462とが積層された2層の薄膜で構成 [0225] 板ばね部405は、下回のSiN膜461 されている。A1膜462は、これを有する板ばね部4 [0226] なお、板ばわ部405のSiN膜461 0.5に静電力を作用させるための電極となっている。

30

と、後述する板はね師406,407,408のSiN 膜464, 465, 468と、接続部442を構成する で、図28ではその連続した1つのSiN膜を符号49 SiN膜は、連続した1つのSiN膜となっているの 9で示している。

上側のSiN膜464とが積層された2層の薄膜で構成 されている。接続部437はA1膜462,463が<u>面</u> なり合った部分となっており、接続部437においてS i N隣499に形成された関ロ438を介して、A1段 [0227] 板ばね部406は、下側のA1膜463と 462,463間が低気的に接続されている。

9

定され、ミラー2は、A1膜463に電気的に接続され た国口を介して、板ばね部406のA1膜463上に固 08が有する電極としてのAI膜467との間に静電力 [0228] 接統部10dは、SiN膜464に形成し ている。これにより、ミラー2は、後述する板ばね部4 を生じさせる電極として、兼用されている。

特開2003-5102

622

と上頃のA1膜466とが積層された2層の薄膜で構成 [0229] 板ばね部407は、下回のSiN膜465 されている。AI段466は、これを有する板ばね部4 0.7に静電力を作用させるための電極となっている。

08に静電力を作用させるための電揺となっている。接 となっており、接続部439においてSiN頃499に 上側のSiN膜468とが積層された2層の薄膜で構成 校部439はA1膜466,467が重なり合った部分 形成された閉口440を介して、A1膜466,467 [0230] 板ばね師408は、下側のA1膜467と されている。AI膜467は、これを有する板ばね部4

68によって、板ばね節408のA1段467に対して 頃468上に固定されており、ミラー2は、SiN膜4 [0231] 接続部10eは、板ばね部408のSiN 1位的に指数されている。

面が和気的に接続されている。

2

れている。接続節442は、板ばね節405を構成する S;N膜461及び板ばね部407を構成するS;N膜 465がそのまま延びることによって、平板状に構成さ れている。接続部442の全周に減って立ち下がり部4 42aが形成され、これにより接続部442の剛性が高 [0232] 板ばね師405における接続部437と反 反対側の場部とは、接続節442により機械的に接続さ 村宮の猛智と、板ばね笥407における接続部439と められている。

20

けて対向するように、接続部441と接続部442との・ [0233] 接続部441と接続部442とが開隔をあ 町は、接続部443,444により機械的に接続されて いる。接続節443は、接続節442を構成するSiN 膜及び板ばね部407を構成するA1膜466がそのま における接続部443の箇所には、板ばね部402を構 成するA1膜453が延在している。接続師443にお 6、453周が祖気的に接続されている。接続部444 は、接続節442を構成するSiN膜及び板ばね節40 6を構成するAI膜462がそのまま延びろことによっ て、構成されている。接続節441における接続節44 が延在している。接続部444においてSiN膜に形成 された国口を介して、AIG462,457回が配気的 4の箇所には、板ばね部404を構成するA1膜457 ま延びろことによって、構成されている。接続部441 いてSin膜に形成された国口を介して、AII 146

頃452の下方における対向箇所には、基板1上の絶縁 頃411上に、A1段452との間にそれぞれ静電力を 生じさせる価権語としての、A1膜420が形成されて いる。AI膜420は、囚示しない配線パターンを介し [0234] また、板ばね部401の角掻としてのAl に接続されている。

て、配扱パターン4125に対して個気的に接続されて

[0235] 以上の説明からわかるように、配線パター

467が電気的に接続されており、これらが同電位とな 5. これとは塩気的に独立して、配線パターン4125 に対して、A1膜456, 457, 462, 463、ミ ラー2及びA1膜420が配気的に接続されており、こ ン412aに対して、A1膜452, 453, 466, れらが同種位となる。

れ互いに独立して、任意のレベルの和圧 (すなわち、駆 ン4128と配線パターン412bとの間には、それぞ 【0236】各支持部413A~413Cの配線パター 動信号)を印加できるようになっている。

3A~413Cの配線パターン412bが接地され、各 [0237] 本実施の形備では、例えば、各支持部41 **支持節413A~413C毎に独立して、配線パターン** 412aに任意のレベルの電位を印加できるようになっ

のA1膜452 (+V2) と基板1上の電極としてのA 1 膜420 (0V) との間、板ばね部402の電極とし してのA1膜462 (0V) との間、板ばね部404の **電極としてのA1膜457 (0V)と板ばね部407の 電極としてのA1膜466 (+V2) との間、及び、板** を+V2にしたとすると、前述した塩気的な接続関係が てのA1膜453(+V2)と板ばね部405の電極と ばね部408の電極としてのA1膜467 (+V2)と ミラー (0V) との間には、それぞれ電位差(電圧) + [0238] 今、支持部413Aにおいて、配線パター ン4125の電位を0V、配線パターン412gの配位 椿築されていることから、板ばね部401の電極として V2が印加される。

間に第1の静電力が作用し、板ばね部402と板ばね部 [0239] したがって、板ばわ師401と基板1との と板ばね部407との間に第3の静電力が作用し、板ば 405との間に第2の静位力が作用し、板ばね即404 る。なお、図29及び図30において、静侃力が作用す ね節408とミラー2との間に第4の静電力が作用す る箇所を示す黒い矢印を付している。

静電力と板ばね部401~408のパネカ (復元力) が [0240] これらの静電力により、前記第13の実施 均衡すると、支持部413Aの変形が停止する。このと わ節401と板ばわ節403、板ばわ節405と板ばね の形態の場合と同様に各板ばね部401,402,40 4, 405, 407, 408が間隔の狭い部分から順次 き、前述した機械的な接続関係から、同じ塔層において 互いに並列な関係にある一対の板ばね部(例えば、板ば 部407など)は、同じように変形するので、支持部4 引き寄せられていき、支持部413Aが変形していき、 13Aが大きくなれたり歪んだりするようなことはな

6

ば、電極部453と電極部462の位置関係と電極部4 【0241】本実施の形態では、前述した各対向電極と なる部分間の位置関係が必ずしも同一ではない(例え

が、各板ばね部の幅を調整して対向電極となる部分の面 同様に、静電力による接続部付近での板ばね部の変形の 債を適宜調整すれば、前記第14の実施の形態の場合と 52と基板1上の電極420との位置関係は異なる) 大態をほぼ同じにすることは可能である。 【0242】本実施の形態によるミラーデバイスが、前 記第7の実施の形態によるミラーデバイスの製造方法に 準じた方法により製造することができることは、言うま

上のជ極48~4cとミラー2との間で静乱力が作用す することができる。したがって、本実施の形態では、低 電力でミラー2を駆動する(すなわち、傾ける)ことが [0243] 本実施の形態によっても、前記第11の態 前述した第1乃至第4の静電力が作用するので、基板1 る前記第11の実施の形態に比べて、ជ極間距離を狭く **壌と同様の利点が得られる。また、本実施の形態では、**

[0244] さらに、本実施の形態によれば、静電力に よる技統部付近での板ばね部の変形の状態をほぼ同じに することも可能であるので、接続部10d, 10eに対 する負担をほとんどなくすことも可能である。

ている。図33は、本発用の第16の実施の形態による 9-X10に沿った概略断面図及び図32及び図33中 ーとなる。。 図32及び図33中のX11-X12に沿 った概略断面図及び図32及び図33中のX13-X1 【0246】図32は、本発明の第16の実施の形態に 部分を模式的に示す概略平面図であり、図27に対応し の部分 (ミラー2を除く)を模式的に示す概略平面図で あり、図28に対応している。図32及び図33中のX のX15-X16様に沿った煎駱幣団図は、図29と回 4 様に沿った戦略断面図は、図30と同一となる。図3 ミラーデバイスの単位素子の、上側(基板1と反対側) よるミラーデバイスの単位素子の、下側(基板1㎞) [0245] [第16の実施の形態]

[0247] 図32及び図33において、図27乃至図 3.1 中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 内) に治った敵駱斯面図は、図31と同一となる。 し、その重複する説明は省略する。

2及び図33中の0-A線 (図20中の0-A級に対

成され、絶縁膜411上に互いに電気的に絶縁された配 **稼パターン412a, 412b及び基板1側の電極とし** 【0248】本実施の形態が、前記第13の実施の形態 と異なる所は、図20中の支持部3Aが図32及び図3 3に示す支持部513Aで置き換えられ、図20中の支 寺部3B,3Cが図32及び図33に示す支持部513 Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ置き こ、基板1上の全面に渡りSiN等の絶縁膜411が形 てのA1膜420などが形成されている点のみである。 換えられている点と、前記第15の実施の形倣と同様

[0249] 本実施の形態では、支持部513Aは、図 3 2 及び図33中のO-A袋に沿って切断したときその - 方側部分が、図27乃至図31に示す支持部413A と実質的に同一の構造を持ち、他方側部分が、図27乃 至図31に示す支持部413Aの鏡像体と実質的に同-の構造を持っている。

08に捻れ等が生ずる可能性を否めないが、本実施の形 [0250] 本実施の形態によっても、前記第15の実 **施の形態と同様の利点を得ることができる。また、前記** 版では、対称性を持っているので、その捻れ等が生ずる 可能性を払拭することができる。さらに、本実施の形態 では、其ん中の板ばね部403,404,408,40 7の幅を、両側の板ばね部401,402,405,4 静電力による接続部付近での板ばね部の変形の状態をほ ぼ同じにすることができ、接続部10d,10eに対す 第15の実施の形態では、変形時に板ばね部401~4 06の幅に対して相対的に適宜調整することによって、 **る**負担をほとんどなくすことができる。

2級に沿った概略断面図である。図37は、図34及び 40は、図34及び図35中のY1-Y2線に沿った概 る。図38は、図34及び図35中のX25-X26級 5中のX27-X28様に沿った額略超回図である。図 [0252] 図34は、本発用の第17の実施の形態に よるミラーデバイスの単位素子の、下側 (基板1筒)の 部分を模式的に示す概略平面図であり、図36乃至図3 上、図34において、一部の要素については想像級で示 している。図35は、本発明の第17の実施の形態によ **副)の部分(ミラー2を除く)を模式的に示す概略平面** 図であり、図36乃至図39中のT-U矢視図に相当し ている。図36は、図34及び図35中のX21-X2 に治った概略断面図である。図39は、図34及び図3 9中のR-S矢視図に相当している。図面表記の便宜 るミラーデバイスの単位素子の、上側 (基板1と反対 図35中のX23-X24碳に芯った麒蛄を回図であ [0251] [第17の実権の形態] 略断面図である。

[0253] 図34乃至図40において、図20及び図 2.1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付 し、その重複する説明は省略する。 [0254] 本実施の形態が、前記第13の実施の形態 換えられている点と、基板1上の全面に渡りSiN等の 絶縁膜611が形成され、絶縁膜611上に互いにជ気 的に絶縁された配線パターン612a~612d及び基 0に示す支持部613Aで置き換えられ、図20中の支 板1回の低極としてのA1膜620a, 620b, 62 0 dなどが形成されている点のみである。支持部613 と異なる所は、図20中の支持部3Aが図34乃至図4 持部3B, 3Cが図34乃至図40に示す支持部613 Aと同じ構造を持つ支持部(図示せず)でそれぞれ配き Aは薄膜弾性構造体を構成している。

特開2003-5102

(54)

前記第11の実施の形態によるミラーデバイスの支持部 9.3.Aと阿城の構造を持ち、この構造を、ミラー2を模 1, 615, 624, 625に作用させるように、交形 [0255] 支持邸613Aは、基本的に囚17に示す **协させるための駆動力としての静電力を各板ばね邸61**

5にそれぞれ対応しており、機械的な接続関係、A1膜 とSiN倣との上下関係、反り具合、長さの設定などは 25の各一部を構成する各A1膜が幅方向に4分割され **する4つの接続部646a~646d、囚17中の接続** 同様である。AI膜は導位性薄膜である。阿者が主とし て異なる所は、各板ばね節614,615,624,6 ている点と、これに伴い、図17中の時間9に対応する 4 つの質問 3 m ~ 3 q 、図 1 7 中の協裁部 1 8 6 に対応 [0256] 板ばね部614, 615, 624, 625 は、図17中の板ばね部184, 185, 194, 19 及び、図17中の接続部10に対応する4つの接続部1 部196に対応する4つの接続部656m~656d、 0 a ~ 1 0 dが設けられている点と、板ばね部6 1 5, 2

624の福印岡士の接続の点である。

番された2層 (ただし、A1膜662a~662dが形 [0258] 脚部9aは、板ばね部614を構成するS においてSiN膜661に形成された開口を介して配線 パターン612aに個気的に接続されている。 即即9b る。A1膜662bは、脚部9bにおいてSiN膜66 1に形成された関ロを介して配線パターン6125に名 気的に接続されている。即即9 c は、板ばね部614を 構成するSiN膜661及びA1膜662cがそのまま は、桿質9cにおいてSiN膜661に形成された国口 を介して配扱パターン612cに加気的に接続されてい 5。即即94は、板ばね即614を構成するSiN膜6 61及びA1膜662dがそのまま延びることによって 構成されている。A1限6624は、関節94において SiN段661に形成された周口を介して配扱パターン と上側の4分割されたA1膜662a~662dとが積 i N膜6 6 1 及びA 1 膜6 6 2 a がそのまま延びること によって構成されている。A1限662aは、脚部9a は、板ばね部614を構成するSiN膜661及UA1 膜6625がそのまま延びることによって構成されてい [0257] 板ばね部614は、下図のSiN膜661 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 **延びることによって構成されている。A1段662 c** 612 dに電気的に接続されている。 \$

これらを有する板ばね部614に静電力を作用させるた **めの電極となっている。A1段662cは、ミラー2の** 配位を所定電位にするための単なる配扱パターンとなっ [0259] AIIX662a, 662b, 662dit.

と、後述する板ばね部615のSin膜664と、後述 [0260] なお、板ばわ部614のSin限661

20

支持部513Aは薄膜弾性構造体を構成している。

する接続部696を構成するSiN膜は、連続した1つ のSiN膜となっているので、図34ではその連続した 1 つのSiN膜を符号605で示している。

A1膜662d, 663dが重なり合った部分となって 接続部646mはA1膜662m,663mが重なり合 膜605に形成された関口647aを介して、A1膜6 646bはA1膜662b,663bが重なり合った部 分となっており、接続部646bにおいてSiN膜60 b, 663b間が電気的に接続されている。接続部64 なっており、接続部646cにおいてSiN膜605に 形成された開口647cを介して、A1膜662c, 6 63 c 間が祖気的に接続されている。接続部646 dは おり、接続部6464においてSiN膜605に形成さ れた関ロ6474を介して、A1膜662d,663d [0261] 板ばね部615は、下側の4分割されたA | 膜663a~663dと上回のSiN膜664とが積 届された2層 (ただし、A1膜663a~663dが形 った部分となっており、接続部646aにおいてSIN 62g,6638間が電気的に接続されている。接続部 6cはA1版662c, 663cが重なり合った部分と 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 5に形成された関口647bを介して、A1膜662 間が電気的に接続されている。

これらを有する板ばね部615に静電力を作用させるた めの電極となっている。A1膜663cは、ミラー2を [0262] A1膜663m,663b,663dは、 所定電位にするための単なる配線パターンとなってい

6464と反対側の端部には、接続部696が機械的に 接続されている。接続即696は、板ばね即615を構 【0263】板ばね部615における接続部646a~ 平板状に構成されている。接続部696の全周に渡って 立ち下がり部696gが形成され、これにより接続部6 成するSiN膜664がそのまま延びることによって、 96の剛性が高められている。

A1膜666a, 666b, 666dは、これらを有す と上側の4分割されたA1膜666a~666dとが積 層された2層(ただし、A1膜666a~666dが形 る板ばね節624に静電力を作用させるための電極とな っている。A1膜666cは、ミラー2の電位を所定電 [0264] 板ばね部624は、下回のSiN膜665 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。 位にするための単なる配線パターンとなっている。

っている。AI膜667cは、ミラー2の電位を所定電 1 膜6 6 7 a ~6 6 7 d と上側のSiN膜668とが積 層された2層 (ただし、A1膜667a~667dが形 A1膜667a, 667b, 667dは、これらを有す る板ばね部625に静電力を作用させるための電極とな [0265] 板ばね部625は、下回の4分割されたA 成されていない箇所は1層)の薄膜で構成されている。

位にするための単なる配線パターンとなっている。

[0266] 接続部656aはA1膜666a, 667 a が重なり合った部分となっており、接続部656gに おいてSiN膜605に形成された開口657aを介し て、A1膜666a,667a間が電気的に接続されて いる。後続部656bはA1膜666b,667bが重 なり合った部分となっており、接続部656bにおいて SiN膜605に形成された関ロ657bを介して、A 接続部656cはA1膜666c,667cが重なり合 った部分となっており、接続部656cにおいてSiN 膜605に形成された開口657cを介して、A1膜6 **66c,667c間が電気的に接続されている。接続部** 656dはAI膜666d,667dが重なり合った部 分となっており、接続部656dにおいてSiN膜60 1 膜6665,6675間が電気的に接続されている。 5に形成された関ロ657dを介して、A1膜666 d, 6674周が亀気的に接続されている。

[0267] 接統部10a, 10b, 10dは、板ばね り、ミラー2は、SIN膜668によって、板ばね部6 25のA1膜667a, 667b, 667dに対してそ は、SiN膜668に形成した関ロを介して、板ばね部 625のA1膜667c上に固定され、ミラー2は、A ミラー2は、板ばね部625が有する電極としてのAI 膜667a,667b,667dとの間に静電力を生じ 1膜667 cに塩気的に接続されている。これにより、 部625のSiN膜668上にそれぞれ固定されてお れぞれ**紅**気的に絶縁されている。一方、接続部10c させるជ極として、兼用されている。

接続されている。接続部697は、板ばね部624を構 平板状に構成されている。接続部697の全周に渡って 立ち下がり部6978が形成され、これにより接続部6 【0268】板ばね部624における接続部656a~ 6564と反対図の福部には、抜杭部697が被核的に 成するSiN膜665がそのまま延びることによって、 97の阿怙が痛められている。

30

けて対向するように、接続部696と接続部697との いる。接続部681は、接続部697を構成するSiN 膜及び板ばね部624を構成するA1膜666aがその [0269] 接続部696と接続部697とが間隔をあ まま延びることによって、構成されている。接続部69 6における接続部681の箇所には、板ばれ部615を 構成するA1膜663bが延在している。接続部681 間は、接続部681~684により機械的に接続されて においてSIN膜に形成された閉口を介して、AI膜6 66a, 663b間が電気的に接続されている。

[0270] 接続部682は、接続部697を構成する がそのまま延びることによって、構成されている。接続 15を構成するA1膜663cが延在している。接続部 SiN膜及び板ばね部624を構成するA1膜666c 部696における接続部682の箇所には、板ばね部6

682においてSiN膜に形成された関ロを介して、A がそのまま延びることによって、構成されている。接続 部696における接続部683の箇所には、板ばね部6 る。接続部683においてSiN膜に形成された関ロを [0271] 接続部683は、接続部697を構成する SiN膜及び板ばね部624を構成するA1膜666b 15を構成するA1膜663a,663dが延在してい 介して、A1膜666b,663a,6634間が低気 1膜6666,663c間が電気的に接続されている。 的に接続されている。

a, 6625, 662dとの間にそれぞれ静電力を生じ 15を構成するA1膜663bが延在している。接続部 684においてSiN膜に形成された関ロを介して、A させる電極部としての、A1膜620a, 620b, 6 20 dがそれぞれ形成されている。 A 1 膜 6 2 0 a, 6 て、配級パターン612cに対して

血気的に接続されて [0272] 接続部684は、接続部697を構成する SiN膜及び板ば扣部624を構成するA1膜666d がそのまま延びることによって、構成されている。接続 **部696における接続部684の箇所には、板ばね部6** [0273] また、板ばね部614の低極としてのAl 膜662g,662b,662dの下方における対向弦 1膜666d, 663b間が電気的に接続されている。 所には、基板1上の絶縁膜611上に、A1膜662 20b, 620dは、図示しない配線パターンを介し

的に接続されており、これらが同電位となる。これとは 3a, 662d, 663d, 667b, 666bが祖気 **和気的に独立して、配扱パターン6126に対して、A** d. 667dが電気的に接続されており、これらが同電 612cに対して、A1版662c, 663c, 666 a, 620b, 620dが電気的に接続されており、こ [0274] 以上の説用からわかるように、配扱パター ン612a, 612dに対して、A1膜662a, 66 11Д6621, 6631, 666а, 667а, 666 位となる。これらとは電気的に独立して、配線パターン c, 667c、ミラー2及び基板1上のA1膜620 れらが同葉位となる。

級パターン612cを基準 (0V) として、それぞれ正 ン612a (及び612d) と配線パターン612bに は、支持部613A~613C年に互いに独立して、配 角の任意のレベルの電位を印加することができるように 【0275】各支持部613A~613Cの配扱パター なっている。

V3にしたとすると、前述した電気的な接続関係が構築 [0276] 今、支持部613Aにおいて、配扱パター ン612cの配位を0V、配線パターン612a, 61 2 dの電位を+V3、配線パターン612bの電位を一 a, 662b, 662dと基板1上のA1膜620a, されていることから、板ばね部614のA1膜662

68

特開2003-5102

6205, 620 dとの間にそれぞれ私位差V3が印加 されて、板ばね部614と基板1との間に第1の静電力 が作用する。また、板ばね部615のA1膜663a, 6636, 6634と板ばね部624のA1膜666

a, 666b, 666dとの間にそれぞれ電位差2V3 が印加されて、板ばね餌615と板ばね餌624との阿 に第2の静電力が作用する。さらに、板ばね部625の A1版667a, 667b, 661dとミラー2との開 にそれぞれ電位差V3が印加されて、板ばね師625と ミラー2との間に第3の静電力が作用する。

1膜666a, 666b, 666dとの間の距離は、前 第2の静電力がその2倍の電位差2 V 3によるものであ 各板ばね部614, 615, 624, 625に作用する 静電力はほぼ等しくなり、その結果、ミラー2の接続部 [0277] ところで、図36乃至図38からもわかる 膜620a, 620b, 620dとの間の距離と、板ば 6674とミラー2との間の距離とは、ほぼ等しい。そ 663b, 663dと板ばね邸624の配権としてのA 記距離のほぼ2倍である。ところが、前記第1及び第3 の静電力が電位差V3によるものであるのに対し、前記 して、板ばね邸615のជ極としてのA1段663a. るため、距離の効果と単位益による効果とが相殺され、 a, 662b,662dと基仮1上の電桶としてのAI ね邸625の位権としてのAIIQ667a, 667b, 第1万至第3の静電力はほぼ等しくなる。したがって、 ように、板ばね部614の塩種としてのA1段662

20

[0278] したがって、本実施の形態によれば、前記 $10a \sim 10d$ に対する負担はほとんどなくなる。 第14の実施の形態と同様の利点が得られる。

[0279] [第18の実施の形態]

【0281】本実施の形態による光スイッチは、前述し デバイス200を含み、2次元配置された複数の光入力 用光ファイバ201から出針された光を複数の光出力用 【0280】図19は、本発明の第18の実施の形態に **た第1乃至第17の実施の形態のいずれかであるミラー** よる光スイッチを示す概略構成図である。

て、複数の光入力用光ファイバ201とミラーデバイス へそれぞれ入射される。その入射のために、必要に応じ **【0282】 複数の光入力用光ファイバ201から出料** された光は、ミラーデバイス200の各妻子のミラー2 200との回にレンズ等の光学茶を配置してもよい。

光ファイバ202のいずれかに入射させる。

数を指令する制御信号に応じて、各業子の電極としての 実施の形態では、電位差)が与えられ、この駆動信号に より応じた方向及び横き量で前記ミラーが前記基体に対 して傾く。その結果、ミラー2で反射された後の光の進 行方向が偏向され、該当する臨所の光出力用光ファイベ [0283] ミラーデパイス200は、光路切り換え状 ミラー2と位極4a,4b,4cとの同に駆動信号 (本

20

202~入射される。図19において、P1はある光入

【図10】本発明の第6の実施の形態によるミラーデバ イスの製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す概略断 西図である。

[0284] 本実施の形態によれば、前述した第1乃至

第12の実施の形態のいずれかであるミラーデバイス2 00が用いられているので、入力光路と同数のミラー2 で多くの出力光路に切り換えることができ、例えば、1

【図11】本発明の第7の実施の形態によるミラーデバ

「スの単位素子を模式的に示す概略断面図である。 【図12】図11中のEーF矢視図である。

イスの製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す概略断 【図13】本発明の第7の実施の形態によるミラーデバ 面図である。

10

め、前述した従来のMEMS技術を利用した機械式光ス 勿論、ミラー2を利用して光路を切り機えるので、電子

イッチに比べて、小型化及び量産性が大幅に向上する。

000個のミラー2で1000個の入力光路を1000 本実施の形態によれば、ミラー2の数が少なくてすむた

個の出力光路に切り換えることができる。したがって、

[図14] 本発用の第8の実施の形態によるミラーデバ イスの単位素子の支持部を模式的に示す概略平面図であ

> 式光スイッチに比べて、挿入損失やクロストークなどの 【0285】以上、本発明の各実施の形態について説明 したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるもの

光学特性に優れている。

【図15】本発明の第9の実施の形態によるミラーデバ イスの単位素子の支持部を模式的に示す概略平面図であ

るミラーデバイスの単位素子の支持部を模式的に示す概 【図16】図16は、本発明の第10の実施の形態によ 20

【0286】例えば、前述した各実施の形態では、支持 機構が複数の支持部を有する場合、これらの支持部が全

ではない。

て同じ構造を有していたが、各支持部は必ずしも同じ構

[図17] 本発明の第11の実施の形態によるミラーデ 略断面図である。

パイスの単位素子の支持部を模式的に示す概略断面図で

【0287】また、本発明による薄膜弾性構造体の用途

造を有している必要はない。

に、本発明によるミラーデバイスの用途は、光スイッチ

に限定されるものではない。

[0288]

は、ミラーデバイスに限定されるものではない。さら

[図18] 本発明の第12の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の支持部を模式的に示す概略平面図で 【図19】本発明の第13の実施の形態による光スイツ チを示す概略構成図である。

[図20] 本発明の第13の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子を模式的に示す概略平面図である。 30

学特性を保ちながら、小型化及び鼠産性をより一層向上

させることができる光スイッチを提供することができ

【0289】また、本発明は、このような光スイッチな どに適したミラーデバイス並びに薄膜弾性構造体及びそ

の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

ミラーを利用して光路を切り換えることにより優れた光

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

[図21] 図20中のO−A線に沿った麒蛄斯回図であ

パイスの単位素子の、中間板及びそれより下側の部分を [図22] 本発明の第14の実施の形態によるミラーデ

[図23] 本発明の第14の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の、中間板より上側の部分を模式的に 模式的に示す概略平面図である。 示す概略平面図である。

【図1】本発明の第1の実施の形態によるミラーデバイ

【図24】 図22及び図23中のX1-X2線に沿った 既略斯面図である。

40

【図4】図4は、本発明の第1の実施の形態によるミラ ーデバイスの製造方法の各工程をそれぞれ模式的に示す

【図2】図1中のO-A級に沿った概略が恒図である。

スの単位素子を模式的に示す概略平面図である。

【図3】図1中の〇一口袋に治った煎點が洒図がある。

[図25] 図22及び図23中のO-A級に沿った類略 所面図である。

[図26] 図22及び図23中のX3-X4級に沿った

ペイスの単位素子の、下側の部分を模式的に示す概略平 【図27】本発明の第15の実施の形態によるミラーデ 既略断酒図である。

> 【図6】本発明の第3の実施の形態によるミラーデバイ 【図7】本発明の第4の実施の形態によるミラーデバイ

スの単位素子を模式的に示す概略平面図である。 スの単位素子を模式的に示す概略平面図である。

【図5】 本発明の第2の実施の形態によるミラーデバイ

散磊粧油図かせる。

スの単位素子を模式的に示す概略平面図である。

【図28】本発明の第15の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の、上側の部分を模式的に示す概略平

面図である。

【図29】図27及び図28中のX5-X6級に沿った 既略断面図である。 【図30】図27及び図28中のO-A線 (図20中の 【図31】図27及び図28中のX7-X8線に沿った O-A後に対応) に治った戯略歴画図である。 既略断面図である。 【図32】本発明の第16の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の、下側 (基板1側) の部分を模式的 に示す觀略平面図である。

【図33】本発明の第16の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の、上側の部分を模式的に示す概略平 面図である。 【図34】本発明の第17の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の、下側の部分を模式的に示す概略平 【図35】本発明の第17の実施の形態によるミラーデ パイスの単位素子の、上側の部分を模式的に示す概略平 20 [図36] 図34及び図35中のX21-X22級に沿

 Ξ

(38)

特国2003-5102

【図31】図34及び図35中のX23-X24級に沿 【図38】図34及び図35中のX25-X26級に沿 った数略を国因される。

った数略を回回させる。

[図39] 図34及び図35中のX27-X28線に沿 った数略を形図がある。 った質略を用図である。

【図40】図34及び図35中のY 1 -Y 2線に沿った 既略を田図りめる。

[存号の説明] 2

1 器板

3A, 3B, 3C 支持部 2 : 5-

4A, 4B, 4C 配極

5 板ばね部

11111

10 按抗部

200 ミラーデバイス

201 光入力用光ファイバ

[22]

[<u>M</u>]

0

[25]

[<u>M</u>3]

-77-

20

【図8】本発明の第5の実施の形態によるミラーデバイ

-30-

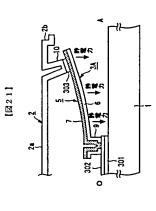
-53-

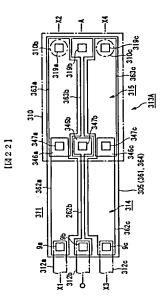
特開2003-5102

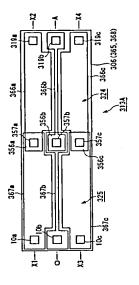
(3)

[2] [2]

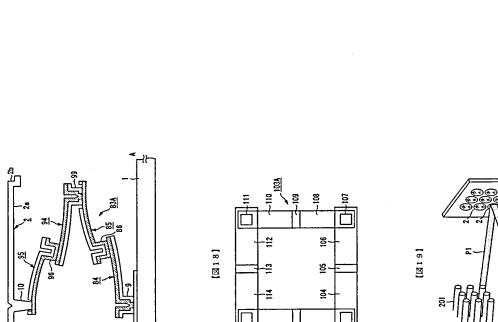
[🖾 1 3]







[⊠23]

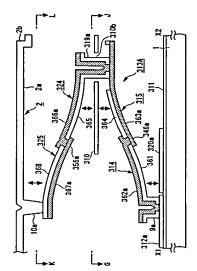


[図17]

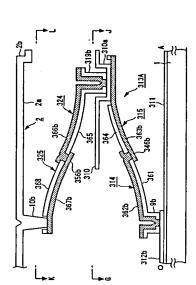
-35-

[226]

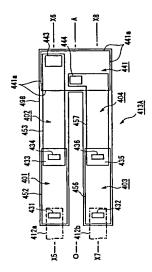
[124]

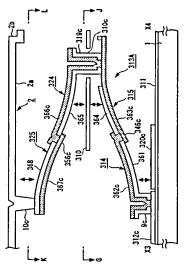


[図25]

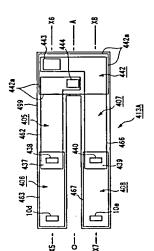


[⊠27]

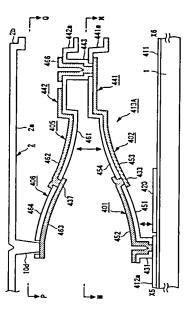




[図28]



[⊠29]



-33-

-34-

(36)

[図32]

457

432 456 403

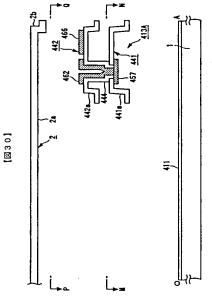
흵

X13 -- 412a

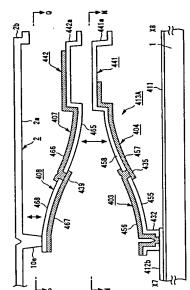
힐

特開2003-5102





[図31]



[🖾 3 3]

